



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE BALSAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

CARLITO ROCHA OLIVEIRA

**DIAGNÓSTICO DO TRÁFEGO DE VEÍCULOS NA
INTERSEÇÃO DA RUA HUMBERTO DE CAMPOS COM A
RUA COELHO NETO E A TRAVESSA DA ALEGRIA NO
CENTRO DE BALSAS - MA**

**BALSAS - MA
2022**

CARLITO ROCHA OLIVEIRA

Diagnóstico do tráfego de veículos na interseção da Rua Humberto de Campos com a Rua Coelho Neto e a Travessa da Alegria no centro de Balsas - MA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Vinicius Farias de Albuquerque

BALSAS - MA
2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Rocha Oliveira, Carlito.

Diagnóstico do tráfego de veículos na interseção da Rua Humberto de Campos com a Rua Coelho Neto e a Travessa da Alegria no centro de Balsas - MA / Carlito Rocha Oliveira.
- 2022.

56 p.

Orientador(a): Vinícius Farias de Albuquerque.

Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil,
Universidade Federal do Maranhão, Balsas-MA, 2022.

1. Contagem de Veículos. 2. Fluxo Volumétrico de Veículos. 3. Pontos de Conflitos. I. Farias de Albuquerque, Vinícius. II. Título.

CARLITO ROCHA OLIVEIRA

DIAGNÓSTICO DO TRÁFEGO DE VEÍCULOS NA INTERSEÇÃO DA
RUA HUMBERTO DE CAMPOS COM A RUA COELHO NETO E A
TRAVESSA DA ALEGRIA NO CENTRO DE BALSAS - MA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação de Engenharia Civil da Universidade
Federal do Maranhão como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Vinicius Farias de Albuquerque

Aprovado em 18 de julho de 2022

Prof. Me Vinicius Farias de Albuquerque
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Me Moises de Araujo Santos Jacinto
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Maria Victória Leal de Almeida Nascimento
Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

Um dos grandes desafios que existem nas cidades de grande e médio porte, é a mobilidade urbana, pois a cada ano há um aumento da população e um crescente número de veículos nas ruas. Deste modo, por não haver um planejamento das vias urbanas, com a mesma proporcionalidade que cresce o número de pessoas e veículos nas cidades, fica cada vez mais evidente, o estresse causado pelo trânsito, o que de certa forma, se torna um facilitador de congestionamentos nas vias urbanas. Nos últimos 10 anos, a frota de veículos cresceu de forma exponencial na cidade de Balsas - MA, causando constantes conflitos de trânsito nas ruas do centro, fato este que tornou-se critério para o desenvolvimento deste estudo que trata do tráfego de veículos no cruzamento da Rua Humberto de Campos com a Rua Coelho Neto e a travessa da alegria, o qual tem por objetivo identificar os pontos de conflitos, utilizando como metodologia a contagem volumétrica manual de veículos e o fluxo de veículos. O local de estudos é um potencial gerador de conflitos de trânsito, pois está situado em uma região que concentra escolas, bancos, hospitais e algumas entidades governamentais, tais como Unidades Regionais de Saúde e de Educação. A metodologia do trabalho consistiu em três etapas, A primeira etapa consistiu na análise de todos os tipos de movimentos realizados pelos veículos que chegam ao local, sendo gerado um diagrama com os pontos de conflitos. A segunda etapa consistiu na contagem de veículos e a terceira etapa foi a análise estatística dos dados coletados, a fim de estabelecer o fluxo volumétrico de veículos nos horários de pico. A partir dos dados coletados, espera-se que o presente estudo sirva de base para estudos futuros sobre prováveis intervenções no local por parte do poder público a fim de proporcionar soluções de engenharia de tráfego para o cruzamento, gerando assim, uma melhoria na fluidez do trânsito.

Palavras-chave: Pontos de Conflitos; Contagem de Veículos; Fluxo Volumétrico de Veículos.

ABSTRACT

One of the great challenges that exist in large and medium-sized cities is urban mobility, as every year there is an increase in population and an increasing number of vehicles on the streets. In this way, because there is no planning of urban roads, with the same proportionality that the number of people and vehicles in cities grows, it is increasingly evident, the stress caused by traffic, which in a way, becomes a facilitator of congestion on urban roads. In the last 10 years, the vehicle fleet has grown exponentially in the city of Balsas - MA, causing constant traffic conflicts in downtown streets, a fact that became a criterion for the development of this study that deals with vehicle traffic at the intersection. from Rua Humberto de Campos to Rua Coelho Neto and the crossroads of joy, which aims to identify points of conflict, using the manual volumetric counting of vehicles and the flow of vehicles as a methodology. The study site is a potential generator of traffic conflicts, as it is located in a region that concentrates schools, banks, hospitals and some government entities, such as Regional Health and Education Units. The methodology of the work consisted of three stages. The first stage consisted of analyzing all types of movements performed by vehicles arriving at the site, generating a diagram with the points of conflict. The second stage consisted of counting vehicles and the third stage was the statistical analysis of the collected data, in order to establish the volumetric flow of vehicles at peak times. From the data collected, it is expected that the present study will serve as a basis for future studies on possible interventions on the site by the public authorities in order to provide traffic engineering solutions for the intersection, thus generating an improvement in the fluidity of the traffic.

Keywords: Points of Conflicts; Vehicle Counting; Volumetric Flow of Vehicles.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	JUSTIFICATIVA	11
3	OBJETIVOS	12
3.1	OBJETIVO GERAL	12
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
4.1	CONTEXTO HISTÓRICO DO TRÂNSITO	14
4.2	CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS URBANAS	14
4.2.1	Vias de trânsito rápido	15
4.2.2	Vias arteriais	15
4.2.3	Vias coletoras	15
4.2.4	Vias locais	16
4.3	INTERSEÇÕES	16
4.3.1	Ramos	16
4.3.2	Pontos de conflitos de trânsito	18
4.4	CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE VEÍCULOS	20
4.4.1	Tipos de contagem de veículos	21
4.4.1.1	Contagens volumétricas classificatórias	21
4.4.1.2	Contagens volumétricas direcionais	21
4.4.1.3	Contagens volumétricas globais	22
4.4.2	Métodos de contagens de veículos	22
4.5.1	Volume ou fluxo de tráfego	23
4.5.2	Velocidade de tráfego	24
4.5.3	Densidade de tráfego	25
5	METODOLOGIA	26

5.1	CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE ESTUDO	26
5.2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	27
5.3	METODOLOGIA DA PESQUISA	29
5.3.1	Procedimentos metodológicos	30
5.3.1.1	Primeira etapa: identificação dos pontos de conflitos no local	31
5.3.1.2	Segunda etapa: contagem volumétrica dos veículos que chegam ao local	31
5.3.1.3	Terceira etapa: definição do fluxo volumétrico no local	32
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
6.1	PRIMEIRA ETAPA DOS RESULTADOS	33
6.2	SEGUNDA ETAPA DOS RESULTADOS	39
6.3	TERCEIRA ETAPA DOS RESULTADOS	41
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE	51

1 INTRODUÇÃO

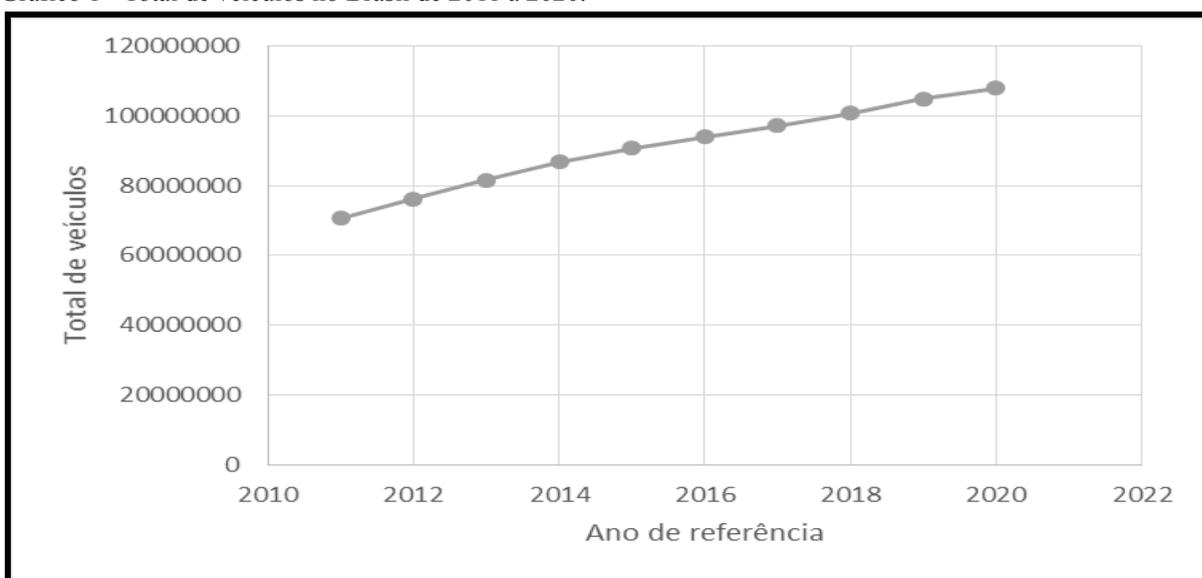
Uma das grandes causas dos congestionamentos e dos retardamentos no fluxo viário de veículos nas vias urbanas é o crescimento populacional das cidades que ocorre de forma desordenada e causa dificuldade de locomoção nas mesmas gerando assim, o surgimento de grandes desafios de infraestrutura e de planejamento urbano (COELHO e FREITAS, 2008).

Além de haver o crescimento desordenado das cidades, também existe a falta de investimento no setor de transporte público e há muitas facilidades nas compras de veículos, o que causa uma popularização do transporte individual e provoca o aumento do tráfego pelas vias urbanas (LUZA e ROLDO, 2013).

Em consequência disso, surgem alguns fatores negativos que podem ser constatados com o crescimento da frota, como o aumento dos congestionamentos, o retardamento do fluxo e, conseqüentemente, o aumento no número de acidentes de trânsito, além da redução da qualidade de vida da população (VASCONCELLOS, 2012).

Segundo o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2020), nos últimos dez anos, a frota de veículos cresceu cerca de 53% no Brasil. O Gráfico 1 apresenta o número de veículos no país, na última década.

Gráfico 1 - Total de veículos no Brasil de 2011 a 2020.



Fonte: Adaptado, DENATRAN (2020).

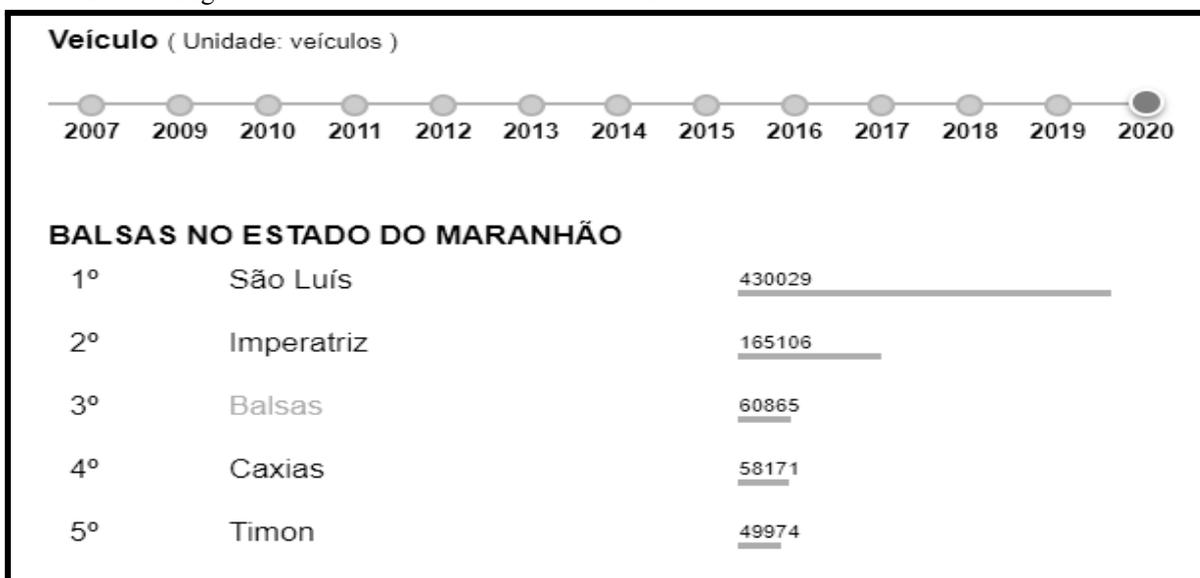
Conforme pôde ser observado no Gráfico 1, o número de veículos no Brasil não para de crescer, tendo uma média de 1 carro para cada 4,4 habitantes. Associado a isso, há o crescimento desorganizado das grandes cidades brasileiras, fazendo com que o trânsito tenha se apresentado cada vez mais caótico e o seu planejamento mais complexo.

Paralelamente ao crescimento da frota brasileira, são notórios os congestionamentos de trânsito nos centros urbanos. Nos últimos dez anos houve aumento no tempo médio de deslocamento nas regiões metropolitanas do Brasil, que subiu de 38,1 para 43,3 minutos nos últimos 10 anos (PAULA e BARTELT, 2016, p.14).

Uma das cidades maranhenses com maior frota de veículos é Balsas, que está localizada no sul do estado e tem uma população estimada, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em aproximadamente 100.000 habitantes e PIB per capita mês de R\$ 36.836,83 (IBGE, 2019).

Por ser uma região caracterizada por poder aquisitivo alto, é de fácil entendimento que há muitas aquisições de veículos pela população, o que é propício ao aumento dos conflitos no trânsito da cidade. O Gráfico 2 apresenta o ranking de frota de veículos por cidade, no ano de 2020, no estado do Maranhão, destacando as cinco maiores frotas.

Gráfico 2 - Ranking das cidades maranhenses com maiores frotas de veículos.

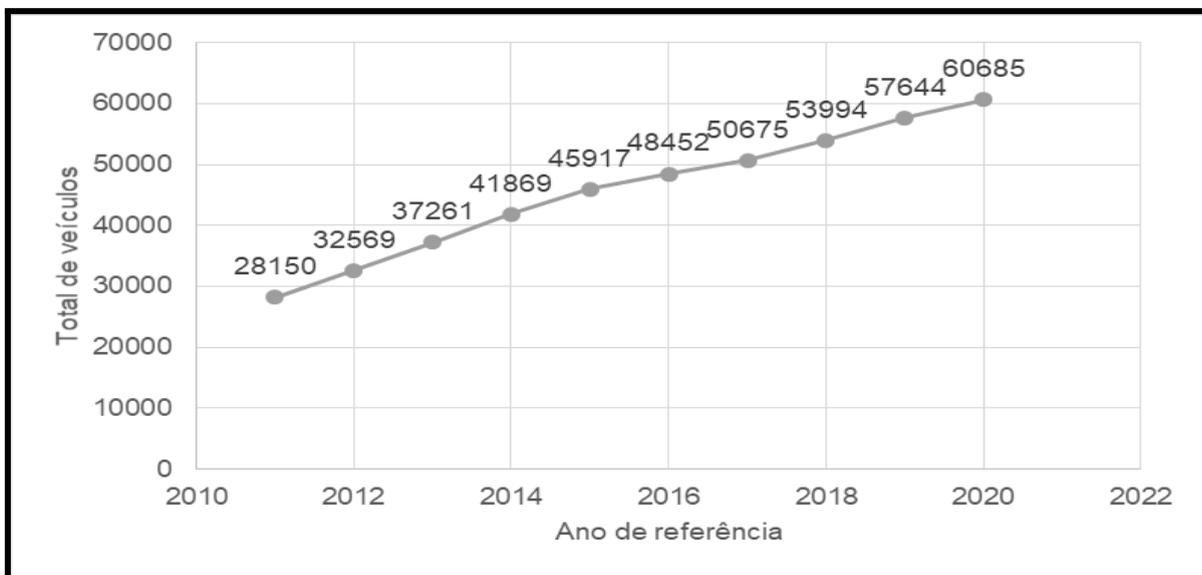


Fonte: DENATRAN (2020).

De acordo com dados do Gráfico 2, a cidade de Balsas possui atualmente a terceira maior frota de veículos no estado do Maranhão com média de 1 veículo para cada 0,6 pessoas, o que mostra um valor superior à média de carros por pessoas no Brasil. Ao longo

dos últimos 10 anos, conforme ilustrado no Gráfico 3, a frota de veículos na cidade teve um crescimento de forma expansiva.

Gráfico 3 - Total de veículos em Balsas de 2011 a 2020.



Fonte: Adaptado, DENATRAN (2020).

De acordo com os dados do Gráfico 3, na última década o crescimento da frota de veículos na cidade foi de 116%, fato este que possibilita flagrantes de congestionamento em vias do centro de Balsas, como por exemplo, na interseção da Rua Humberto de Campos com a Rua Coelho Neto, situado à frente da Igreja Catedral, no centro de Balsas.

Há nas proximidades da interseção, um hospital, três escolas públicas e duas escolas particulares, sendo que a grande maioria dos alunos destas escolas particulares, fazem o percurso de ida e vinda em veículos motorizados. A interseção é também uma conexão entre o centro da cidade e a ponte sobre o Rio das Balsas que dá acesso ao bairro Tresidela.

Com isso, nos horários de pico, há uma grande concentração de veículos no local, fazendo-se necessário uma análise da situação do tráfego, com o propósito de se elaborar futuramente meios de intervenção para melhoramento do fluxo viário no local e garantias de segurança para os usuários das vias de trânsito no local.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar os pontos de conflitos existentes na interseção, bem como fazer a contagem volumétrica dos veículos e determinar o fluxo volumétrico de veículos, no sentido que esses dados possam contribuir para análise da necessidade de possíveis intervenções que possam melhorar o escoamento do tráfego no local.

2 JUSTIFICATIVA

A cidade de Balsas apresenta algumas peculiaridades que ainda precisam ser investigadas e analisadas para melhor embasar as diretrizes contidas no plano de mobilidade urbana, no que tange ao fluxo de veículos nas vias urbanas do centro, principalmente em horários de pico.

Os problemas relacionados ao crescimento do número de veículos na região, ocasionam congestionamentos e retardamento do trânsito nas ruas do centro da cidade. Dessa forma, uma análise criteriosa sobre a situação da área de estudo deste trabalho, se torna útil, levando-se em conta que o estudo é inédito no local.

Os flagrantos de congestionamentos na interseção da Rua Humberto de Campos com a Rua Coelho são constantes, pois o local é um potencial gerador de fluxo viário, pois o mesmo está situado nas proximidades de várias escolas públicas e particulares, de um hospital e por ser a principal via de trânsito entre o centro da cidade e o bairro Trezidela.

Com isso, nos horários de entrada e saída de alunos dessas escolas, é possível flagrar um verdadeiro caos no trânsito local, pois não se tem controle algum do fluxo, não há sinalização semafórica e nem tampouco faixas de pedestres e/ou faixas de sinalização de preferência de vias.

Desse modo, o presente trabalho visa um diagnóstico da situação do tráfego no local de estudo, a fim de auxiliar na tomada de decisões por parte da população e do poder público sobre a implantação de alternativas eficazes para um melhoramento na segurança e rapidez no escoamento do tráfego em horas de pico.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Fazer um diagnóstico da situação do tráfego em uma interseção no centro de Balsas de modo a verificar a necessidade de intervenções.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os pontos de conflitos no local de estudo;
- Realizar contagem volumétrica de veículos que passam pela interseção nos horários de pico;
- Fazer levantamento do fluxo volumétrico de veículos na interseção.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um dos grandes problemas relacionados ao bom desempenho do trânsito é a falta de planejamento viário e urbano. Com isso, o aumento na frota de veículos individuais aliado a essa falta de planejamento, pode ocasionar graves consequências ao tráfego, como por exemplo os congestionamentos e a falta de fluidez, o que causa queda da qualidade de vida de motoristas e aumento dos casos de acidentes no trânsito, principalmente as colisões em interseções (PEREIRA et al., 2017).

A busca pelo transporte sempre esteve presente na vida dos seres humanos, tornando o setor de transporte diretamente vinculado ao progresso de uma nação, proporcionando acessibilidade e mobilidade entre pessoas e mercadorias, evidenciando o seu grau de importância na economia, viabilizando o progresso nos diversos setores de um país (COLATIVE e KONISHI, 2015).

A Constituição Federal garante desde 2015 o direito social ao transporte, fato que deve fazer com que o poder público proporcione condições adequadas de deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades. Esses deslocamentos são abordados também pela Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU, 2012).

Além de prever o direito ao acesso à infraestrutura urbana de transporte público e aos serviços presentes nas cidades, a PNMU também tem como princípio a equidade no uso do espaço público de circulação e a eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana (BRASIL, 2018).

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2017), os transportes são um dos serviços cuja infraestrutura é determinante no grau de desenvolvimento econômico das nações e na qualidade de vida de suas populações, sendo a sua demanda derivada do volume de atividades econômicas e sociais do país.

Em sua complexidade, o transporte deve ser suficiente para atender, em tempo hábil e sob condições econômicas aceitáveis, a vários requisitos de demanda de um país que cresce para dentro e para fora, dentre as quais se podem citar: circulação interna de bens e pessoas, nos âmbitos urbano, suburbano, metropolitano e interurbano, em todas as modalidades; circulação de bens, nos sentidos centrífugo e centrípeto, tendo como origem ou destino o exterior, segundo corredores que desembocam em portos marítimos ou em cidades fronteiriças (MELLO, 1975 apud NEA - SC, 2007, p.7).

4.1 CONTEXTO HISTÓRICO DO TRÂNSITO

Ao longo de toda a história da humanidade, o homem sempre esteve em processos de evolução e de grandes transformações, desde a descoberta do fogo ao manuseio de metais, sendo que após a revolução industrial, há uma evolução dos meios de transporte, causando uma modificação nas vias de tráfego e afetando de forma direta o dia a dia de pedestres e passageiros (ANTP, 2013).

Os meios de transportes tem uma importância significativa na circulação das pessoas, desde o deslocamento até a escola de seu filho, da ida ao trabalho como também de viagens longas que vão de uma cidade a outra ou até mesmo entre países, além de serem importantes no transporte de material, animais etc.

De acordo com a Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (NTC, 2019), por muito tempo, o homem utilizava animais para se locomover e fazer o transporte de objetos, sendo que algumas viagens tinham duração muito grande, gerando cansaço e fadiga aos tripulantes. Sendo assim, diante dos grandes desafios de deslocamento, ter meios de transportes eficientes sempre foi a busca constante do homem e, com isso, ao longo do tempo, os meios de transportes foram evoluindo.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS URBANAS

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 2021), as vias urbanas são as vias existentes em cidades e/ou regiões povoadas, as quais estão situadas entre edificações, sendo exemplos de vias urbanas ruas, avenidas, vielas ou caminhos e similares abertos à circulação pública, situados na área urbana.

As vias urbanas são fundamentais na definição do conceito de trânsito, pois são por elas que ocorrem deslocamentos diários de pedestres e veículos e todos os tipos de circulação relacionadas ao tráfego dentro de uma cidade, sendo que todos os tipos de vias possuem as próprias regras de funcionamento e com base nelas, são definidos os limites de velocidades, os sentidos de fluxo e os tipos de infrações (VASCONCELLOS, 2012)

Considera-se trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga(CTB, 2021. Art. 1º, § 1º). Já o artigo 2º da mesma lei, diz que

São vias terrestres urbanas e rurais as ruas, as avenidas, os logradouros, os caminhos, as passagens, as estradas e as rodovias, que terão seu uso regulamentado pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre elas, de acordo com as peculiaridades locais e as circunstâncias especiais (CTB, 2021. Art. 2º).

O Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT afirma que

A classificação de vias e ruas, segundo a função que exercem dentro do sistema viário, representa o passo inicial do processo de planejamento, já que visa estabelecer uma hierarquia de vias para atendimento dos deslocamentos dentro da área urbana (DNIT, 2009, p.45).

Analisando a característica geométrica, o sentido e a velocidade de fluxo, é possível, classificar todas as ruas de uma cidade dentro de quatro tipos de vias, vias de trânsito rápido, vias arteriais, vias locais e vias coletoras, associando cada uma delas, a uma função de interligar diferentes pontos de uma cidade, quer seja o bairro ao centro, quer seja o centro ao bairro (DNIT, 2006).

4.2.1 Vias de trânsito rápido

Segundo o Conselho Nacional de Trânsito (2007), as vias de trânsito rápido são aquelas que não possuem cruzamentos diretos, não possuem semáforos e não há por elas travessias de pedestre, sendo que a velocidade máxima permitida para a via será indicada por meio de sinalização, obedecidas suas características técnicas e as condições de trânsito.

“Onde não existir sinalização regulamentadora, a velocidade máxima será de oitenta quilômetros por hora, nas vias de trânsito rápido” (Art. 61, CTB, 2021, § 1º).

4.2.2 Vias arteriais

As vias arteriais são aquelas que ligam diferentes regiões de uma cidade e se apresentam ao longo do percurso com cruzamentos e/ou interseções, que em algumas situações são controladas por semáforos e que possuem interseções em nível, possibilitando assim acesso a lotes e a outras vias, admitindo em todo o seu percurso uma velocidade máxima de circulação de 60 quilômetros por hora (CTB, 2021).

4.2.3 Vias coletoras

As vias coletoras, como o próprio nome sugere, têm como principal característica o papel de coletar e distribuir o trânsito dentro das regiões da cidade, dando acesso a vias de

maior fluxo viário. Esse tipo de via admite velocidade máxima de circulação 40 quilômetros por hora (CTB, 2021).

4.2.4 Vias locais

De modo geral, este tipo de vias não possuem nenhum tipo de ligação e são caracterizadas pela restrição ao uso de veículos. As vias locais são aquelas destinadas a um trânsito local, e geralmente têm seus cruzamentos sem semáforos e admitem como velocidade máxima de circulação apenas 30 quilômetros por hora (CONTRAN, 2007).

4.3 INTERSEÇÕES

De acordo com as Normas para Projeto de Interseções do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul (1991), pode-se entender como interseções as situações em que a trajetória dos veículos de uma corrente corta a trajetória dos veículos de outra, fazendo com que os veículos de uma outra corrente passem pelos claros que surgem na outra ou que uma delas seja interrompida momentaneamente.

As interseções em função do tipo de movimentos executados são classificadas da seguinte maneira: diretas – quando há cruzamentos das trajetórias dos veículos; rotatórias – quando, em vez de cruzamentos, executam-se manobras de entrecruzamento, descrevendo os veículos giros parciais ao redor de uma área central (DAER - RS, 1991, p. 25).

Nas regiões urbanas existem muitas vias que têm diferentes direções, sendo comum a existência de interseções entre elas, havendo nas interseções diretas alguns conflitos no tráfego causados por movimentação de veículos devido aos ramos de entradas e saídas nelas existentes (DAER - RS, 1991).

De acordo com Bau Junior (2016), existe uma grande complexidade na dinâmica de interação entre os elementos de um sistema de trânsito e os acontecimentos são imprevisíveis, pois seu funcionamento depende essencialmente do comportamento humano, havendo assim, a necessidade de construção e modernização de vias e elementos de controle de tráfego.

4.3.1 Ramos

De acordo com o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2010), o termo ramo é usado para designar pistas de rolamento que conectam as vias que se interceptam ou as ligam

a outras vias de uma interconexão, ou seja, em cruzamentos e interseções, os ramos podem ser definidos como as conexões entre todas as vias que estão se interligando neste local.

A classificação desses ramos podem ser da seguinte forma: ramos de entrada ou de aproximação que são destinado ao acesso do tráfego a uma via; ramos de interseção que são pistas que conectam vias que se interceptam ou as ligam a outras vias ou ramos, incluindo também seus terminais; ramos de saída que têm a função de levar os veículos com destino à saída do tráfego de uma via; ramos em laço que faz com que os veículos executem uma conversão à esquerda por meio de um giro próximo de 270° à direita (BRASIL, 2010, p.415).

As correntes de tráfego são fundamentalmente constituídas por um conjunto de veículos que circulam por uma mesma pista ou faixa de tráfego e no mesmo sentido. No entanto, essa circulação pode sofrer interferência por uma série de fatores, como por exemplo, interseções entre vias (COSTA, 2008).

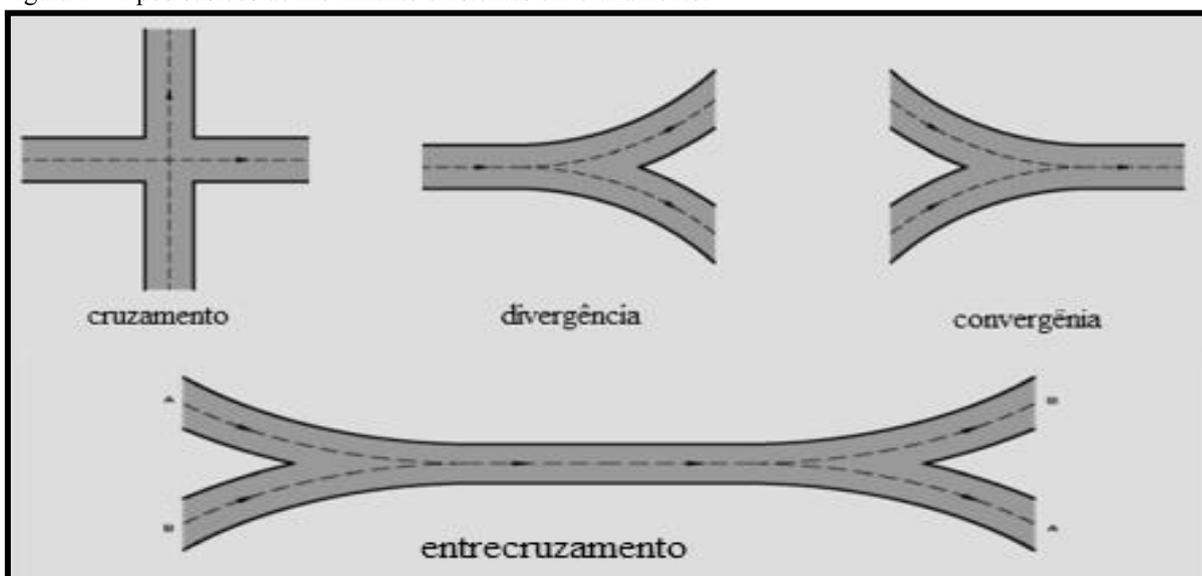
De acordo com o Conselho Nacional de Secretários de Saúde (2018), de cada três acidentes de trânsito, dois ocorrem em cruzamentos e as suas principais causas em geral são: pressa do condutor em fazer a conversão, desconhecimento das regras de circulação, falta de visibilidade e manobras inesperadas.

De acordo com o DNIT (2010), nos pontos de interseção, o comportamento da corrente de tráfego dependerá de sua composição, do volume, da velocidade e do tipo de interseção adotado e conforme o número de ramos existentes em um cruzamento, vão existir diferentes possibilidades de realização de movimentos, podendo ocorrer os seguintes tipos de movimentos, conforme Figura 1.

- Movimentos de cruzamento - quando a trajetória dos veículos de uma corrente corta a trajetória dos veículos de outra corrente;
- movimentos convergentes - quando as trajetórias dos veículos de duas ou mais correntes se juntam para formar uma única;
- movimentos divergentes - quando os veículos de uma corrente de tráfego se separam e formam trajetórias independentes;
- movimentos de entrecruzamento: quando a trajetória dos veículos de duas ou mais correntes independentes se combinam, formando uma corrente única e depois se separando.

Considera-se como definição de movimento, o fluxo de veículos que têm origem e o destino, e/ou o fluxo de pedestres que se deslocam na mesma direção, mas não necessariamente no mesmo sentido (CONTRAN, 2014).

Figura 1 - Tipos básicos de movimento existentes em cruzamento.



Fonte: Adaptado, DNIT (2010).

Conforme ilustrado na figura 1, existem em um cruzamento várias possibilidades de movimentos a serem realizados por um veículo e dependendo da velocidade da via e ainda levando-se em conta a falta de sinalização no local, pode haver indecisão dos condutores e conseqüentemente colisões, que em muitos casos, acontecem por desatenção dos condutores ou por falhas nos sistemas de sinalização ou por falta deles.

4.3.2 Pontos de conflitos de trânsito

O uso de automóveis requer o consumo de grande espaço físico nas vias, o que gera congestionamento e retardamento do fluxo viário, o que pode ocasionar alguns conflitos no trânsito bem como tornar suscetível a possibilidade de ocorrências de acidentes (VASCONCELLOS, 2012).

Sinistro ou acidente de trânsito é todo evento que resulte em dano ao veículo ou à sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, e que possa trazer dano material ou prejuízos ao trânsito à via ou ao meio ambiente, em que pelo menos uma das partes

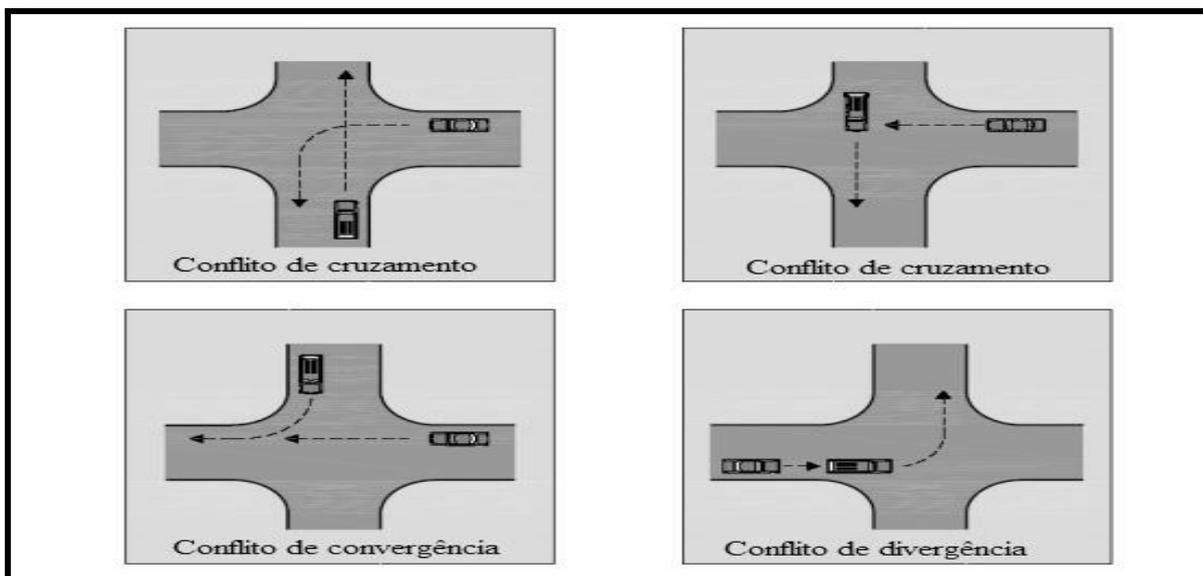
está em movimento nas vias terrestres ou em vias abertas ao público (ABNT, NBR 10697-2020, p.1).

Os acidentes de trânsito são todos os eventos causadores de danos envolvendo veículos, a via na qual ele está, o homem e /ou animais, sendo necessário como característica a presença de dois desses fatores e podem ser do tipo evitável, onde o agente causador poderia ter feito algo para evitar e o acidente não evitável que é aquele em que não há no momento do ato, meios para impedi-lo (DETRAN-RJ, 2008).

Em uma interseção, de acordo com o DNIT (2010), os pontos de conflitos são os locais em que ocorrem encontros de veículos causados pelos movimentos de cruzamento, de convergência e de divergência, onde os quais são potenciais causadores de colisões ou mesmo de atropelamento de pedestres.

Conforme os tipos de movimentos executados pelos veículos ao chegarem e saírem de um cruzamento, tem-se diferentes tipos de conflitos, os quais são ilustrados na Figura 2.

Figura 2 - Tipos de conflitos existentes em cruzamentos.



Fonte: Adaptado, DNIT (2010).

Conforme a figura 2, um ponto de conflito por movimento de cruzamento, é causado por veículos que entram e saem por ramos diferentes, enquanto os pontos de conflitos por movimentos de divergência são causados por veículos vindos do mesmo ramo e que saem por ramos diferentes e pontos de conflitos por movimentos de convergência são causados por veículos vindos de ramos diferentes e que saem pelo mesmo ramo

4.4 CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE VEÍCULOS

O aumento da necessidade de locomoção e transporte de pessoas a partir de veículos motorizados, implica na necessidade de criação de alternativas eficazes para o controle de tráfego, pois a interação entre os elementos de um sistema de trânsito possui uma dinâmica complexa e imprevisível e seu funcionamento depende essencialmente do comportamento humano (BAU JUNIOR, 2016).

O crescimento da quantidade de veículos que trafegam pelas ruas das cidades brasileiras, causa grandes proporções no controle do trânsito e é de fácil percepção que o escoamento de veículos em uma via está diretamente associado à sua demanda e ao volume de veículos que por ela passam (BAU JUNIOR, 2016).

De acordo com o Highway Capacity Manual (2000) ou Manual de Capacidade Rodoviária Brasileira entende-se por demanda o número de veículos que deseja usar um trecho de via enquanto que volume é a taxa de descarga de um trecho de via, onde se não há congestionamento, a demanda é igual ao volume.

A contagem volumétrica de veículos é a coleta do número de veículos que trafegam num determinado horário e local, a qual é um fator importante no fluxo seguro do local, sendo importante destacar que a informação coletada é de grande importância para o planejamento do tráfego urbano sendo imprescindível o desenvolvimento de medidas para melhorar o fluxo de veículos na malha viária (FEITOSA, 2012).

De um modo geral, as contagens volumétricas têm por objetivo determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um ou mais locais de um determinado sistema viário em função de uma unidade de tempo, a fim de fazer uma análise de capacidade, na avaliação das causas de congestionamento e de elevados índices de acidentes, no dimensionamento do pavimento, nos projetos de canalização do tráfego e outras melhorias (DNIT - 2006, p. 83).

As contagens volumétricas são de essencial importância para uma definição do número de veículos que passam por uma determinada região, via ou cruzamento, tendo papel fundamental na elaboração de intervenções futuras nestes locais, a fim de reduzir congestionamentos e minimizar riscos de acidentes (DNIT, 2006).

4.4.1 Tipos de contagem de veículos

As contagens de veículos têm como característica o objetivo de conhecer-se o número de veículos que passam através de um determinado trecho de via, durante um intervalo de tempo.

De acordo com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), as contagens podem ser realizadas em trechos com interseções que têm por objetivo levantar fluxos das vias que se interceptam e dos seus ramos de ligação ou entre interseções que tem por objetivo identificar os fluxos de uma determinada via.

As informações coletadas podem ser úteis na avaliação do número de acidentes, classificação das estradas e fornecem subsídios para o planejamento rodoviário, projeto geométrico de estradas, estudos de viabilidade e projetos de construção e conservação, e inclusive determinar a tendência de crescimento do tráfego e variações de volume.

As contagens podem ser realizadas de forma manual ou com auxílio de dispositivos eletrônicos e são classificadas em contagens volumétricas classificatórias, contagens volumétricas direcionais e contagens volumétricas globais (DNIT, 2006).

4.4.1.1 Contagens volumétricas classificatórias

Nesses processos de contagens são anotados os volumes de cada tipo de veículo. Tais processos, são usados no dimensionamento estrutural e projeto geométrico de rodovias e interseções além de ser importante no processo de determinação dos fatores de correção em contagens mecânicas (CARDOSO, 2007).

Segundo o Manual de Travessias Urbanas do DNIT (2010), as contagens de veículos podem auxiliar no cálculo de capacidade de veículos e de benefícios aos usuários.

O número máximo de veículos que pode passar por um determinado trecho de uma faixa ou pista durante um período de tempo especificado, sob determinadas condições existentes da via e do tráfego, usualmente expressa em veículos por hora ou unidades de carros de passeio por hora (DNIT - 2010, p.30)

4.4.1.2 Contagens volumétricas direcionais

Nesses tipos de contagens, o registro do número de veículos é feito em relação ao sentido do fluxo. Tais processos têm emprego direto em execução de cálculos de capacidade,

na determinação dos intervalos de sinais, na justificação de controles de trânsito, em estudos de acidentes, nas previsões de faixas adicionais em rampas ascendentes dentre outras finalidades (DNIT, 2006).

4.4.1.3 Contagens volumétricas globais

De modo geral, nas contagens volumétricas globais, são contabilizados todos os veículos que passam por determinado trecho, independentemente da direção e sentido do fluxo.

As contagens volumétricas globais, são aquelas em que é registrado o número de veículos que circulam por um trecho de via, independentemente de seu sentido, agrupando-os geralmente pelas suas diversas classes. São empregadas para o cálculo de volumes diários, preparação de mapas de fluxo e determinação de tendências do tráfego (DNIT - 2006, p.101).

4.4.2 Métodos de contagens de veículos

“O conhecimento dos volumes veiculares incidentes numa área de estudo é informação preponderante para o estabelecimento de um diagnóstico da situação de tráfego e para a formulação de alternativas, quaisquer sejam os objetivos do projeto” (CET - SP, 1982)

De acordo com o Manual Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), podemos classificar as contagens volumétricas, em contagens normais, direcionais, contagem de movimento de virada, contagem de classificação, contagem de espera ou atraso, além de contagem de pedestres.

As metodologias de contagens são classificadas em contagem manual, contagem mecânica e contagem automática, e podem ser realizadas em períodos consecutivos de 24, 16 ou 12 horas, em horas de pico ou em fins de semana (DNIT, 2006).

Para a realização da contagem de veículos, existe o método de contagem manual, no qual uma ou mais pessoas, contam através de anotações em papel ou utilizando ferramentas como contadores e o modo automático, utilizando aparelhos eletrônicos mais sofisticados (FEITOSA, 2012).

As contagens manuais, de acordo com Vasconcelos (2012), deverão ser realizadas por pesquisadores posicionados ao lado das vias, que utilizam contadores manuais e Folha de Campo e registram cada movimento dos veículos em intervalos de 15 minutos.

Para finalidades que não seja dimensionamento de pavimentos, as contagens podem ser realizadas no horário de pico, que geralmente em cidades de médio porte, como é o caso de Balsas, ocorrem no início da manhã, horário de almoço e final de tarde em dias úteis. Assim, para estudos de planejamento viário, só há necessidade de análise de fluxo em horários de pico (AKISHINO, 2011).

Conforme mencionado por Bau Junior (2016), na contagem manual uma pessoa pode contar até 1000 veículos por hora, entretanto dependendo do fluxo de veículos a fadiga pode limitar sua operação a períodos curtos de tempo enquanto que na contagem mecânica são utilizados detectores de tráfego de instalação permanente ou móvel.

4.5 CARACTERÍSTICAS DO TRÁFEGO

Conforme o Manual de Estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre (2006), podemos caracterizar o volume, a velocidade e a densidade como as três características fundamentais dos aspectos dinâmicos do tráfego. A análise destes três elementos permite a avaliação global da fluidez do movimento geral de veículos.

4.5.1 Volume ou fluxo de tráfego

Um dos maiores desafios, nas grandes e médias cidades, no que se refere à mobilidade urbana, é o controle do tráfego, onde cada vez mais é notório o crescimento do número de veículos nas ruas das cidades, fato este que a Associação Nacional dos Transportes Públicos destaca como um fator gerador de alguns problemas como, poluição, congestionamentos e retardamentos do fluxo (ANTP, 2011).

De acordo com o Núcleo de Estudos sobre Acidentes de Tráfego em Rodovias (NEA) da Universidade Federal de Santa Catarina, o volume é uma das variáveis, mais importantes, coletadas a fim de atender aos estudos sobre o tráfego.

A falta dessa informação ou a incerteza quanto à representatividade do dado que porventura exista, gera distorções nos estudos rodoviários, pois, esse volume constitui-se de elemento básico à elaboração de planos diretores rodoviários, estudos de viabilidade técnico econômica, projetos geométricos, projetos de pavimentos, programas de conservação, análise de segurança de tráfego, capacidade das vias, entre outros. Assim, a determinação dos volumes de tráfego é extremamente importante, uma vez que permite aos agentes gestores: planejar o sistema rodoviário; medir a demanda atual de serviços por via rodoviária; estabelecer as tendências de tráfego no futuro; determinar os volumes de viagens de forma a proporcionar

justificativa econômica aos investimentos programados; justificar e planejar o policiamento; analisar a capacidade e estabelecer o nível de serviço; realizar análise estatística de acidentes; localizar e projetar instalações para a operação rodoviária; etc (NEA-SC, 2007, p. 7).

O volume ou fluxo de tráfego, é uma grandeza variável em função do tempo e representa a razão entre o número de veículos que cruzam uma determinada seção de uma via considerada por um dado intervalo de tempo.

O Volume ou Fluxo de Tráfego pode ser compreendido como o número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo. É expresso normalmente em veículos/dia (vpd) ou veículos/hora (vph) (DNIT, 2006, p. 63).

A média dos volumes de veículos que circulam durante 24 horas em um trecho de via é chamada de Volume Médio Diário (VMD) e a média dos volumes de veículos que circulam durante 60 minutos em um trecho de via é chamada de Volume Horário (VH). Os volumes horários sofrem oscilações ao longo do dia, conforme o dia da semana, o tipo de rodovias e costumes da população, de modo que os horários de maior concentração de veículos são considerados horários de pico (GOLDNER, 2009).

O volume de tráfego de cada movimento varia ao longo do tempo, sendo função da hora do dia, do dia da semana, da semana do mês, do mês e do ano em que esse movimento é observado e essa variação temporal do volume depende das características da cidade e do local específico (CONTRAN, 2014).

4.5.2 Velocidade de tráfego

A cinemática define a velocidade como a grandeza física que está associada à razão entre o espaço percorrido e o tempo de percurso. Matematicamente, se v é a velocidade, d é o deslocamento e t é o tempo, então $v = d/t$. No sistema internacional de unidades(SI), a medida para velocidade é o metro por segundo (m/s), no entanto na linguagem usual, é comum o quilômetro por hora (DOCA, 2012).

A velocidade está associada ao tempo e ao deslocamento, e tendo impacto direto no escoamento do trânsito, de acordo com a sua intensidade. Sendo assim, para cada tipo de via há uma limitação segura para a velocidade desenvolvida pelos veículos (CTB, 2021).

4.5.3 Densidade de tráfego

A densidade de tráfego é o número de veículos por unidade de comprimento da via, geralmente expressa em veículos por quilômetro, mas pode estar baseada em comprimentos menores de rodovia e seu valor depende da distância entre os veículos, sendo esta distância relacionada ao espaçamento que existe entre as partes dianteiras de dois veículos sucessivos numa mesma faixa viária (CTB, 2008).

A densidade de tráfego é um parâmetro crítico dos fluxos contínuos, porque caracteriza a proximidade dos veículos, refletindo o grau de liberdade de manobra do tráfego podendo ser calculada para toda a via ou por faixa, sendo classificada em densidade média que está relacionada à média do número de veículos por unidade de comprimento de via em um período especificado de tempo e densidade crítica que é a densidade de tráfego no instante em que a via está funcionando em plena capacidade (DNIT, 2006).

As Diretrizes para a Concepção de Estradas do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina (DER - SC) define a capacidade de veículos como

o maior volume de tráfego possível com o mínimo de qualidade no desenrolar deste de uma faixa direta pode ser admitido como sendo em torno de 1.800 veículos automotores por hora. Se uma tal densidade de tráfego é alcançada em uma hora e em diversos intervalos de tempo sucessivos, então terá que se contar com uma qualidade insuficiente do desenrolar do tráfego nos pontos de entradas, saídas e entrelaçamentos (DER-SC, 2000, p.13).

5 METODOLOGIA

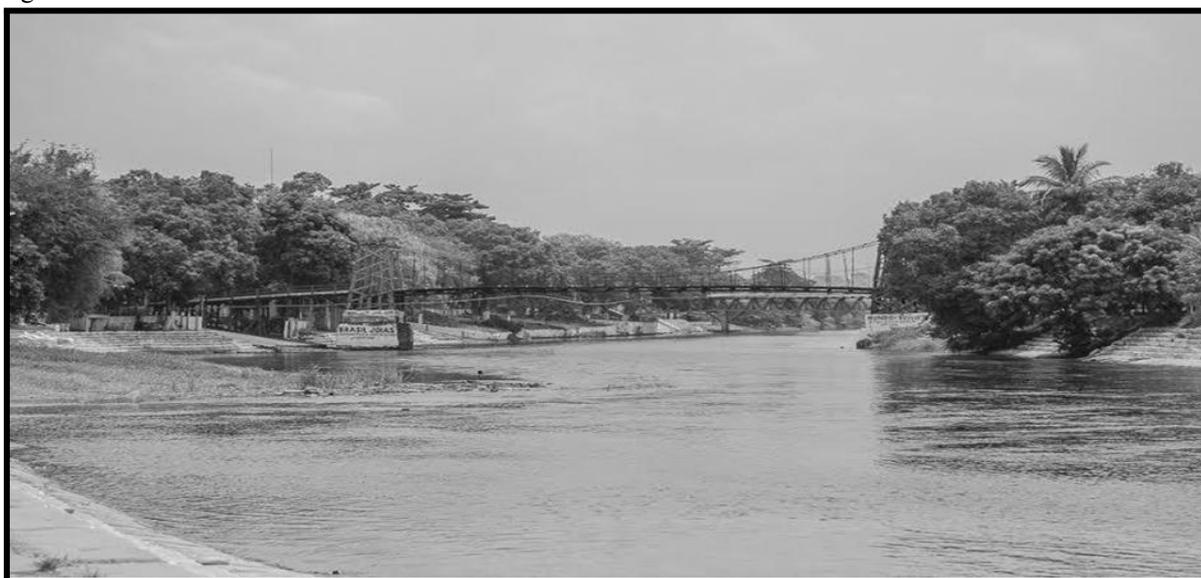
A interseção sobre a qual será desenvolvido o estudo está localizada na região central de Balsas, localizada no sul do Maranhão.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE ESTUDO

De acordo com dados do IBGE (2019), Balsas é a terceira maior cidade do Maranhão em território urbanizado e o maior município em área total com 13141,637 km². Está numa altitude de 247 metros e tem coordenadas geográficas: Latitude: 7° 31' 59" Sul, Longitude: 46° 2' 6" Oeste, possui Clima Tropical Semiúmido (Aw), é cortada pela rodovia Transamazônica (BR 230) e está localizada a 810 km de distância da capital São Luís.

A área urbana do município, localizada mais ao norte do território, é cortada pelo Rio das Balsas, que é uma importante fonte de água para abastecimento da cidade, além de ser uma área de lazer para os munícipes e visitantes. Na Figura 3 é mostrada uma vista da ponte de madeira que liga os dois lados da cidade.

Figura 3 - Ponte de madeira sobre o Rio das Balsas.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

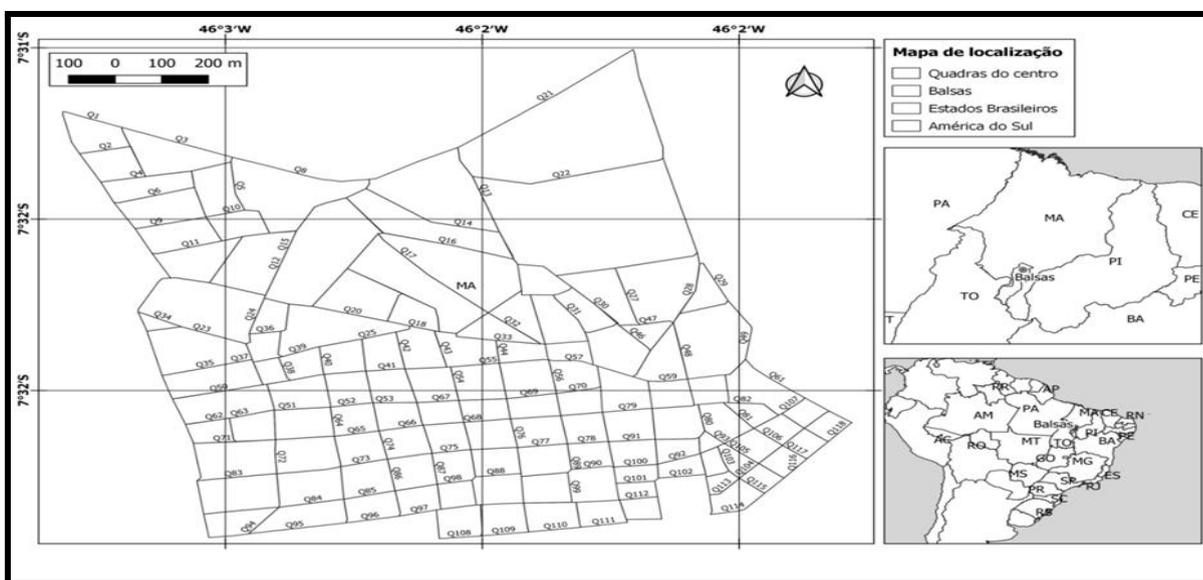
O município possui 93.511 habitantes com uma densidade de 6,36 habitantes por km² e se destaca ainda pela agricultura mecanizada, sendo o terceiro maior município produtor de grãos de soja da região do MATOPIBA e tem um PIB de R\$ 2.918.687.000,00 e um PIB per capita: R\$ 32.187,03 (IBGE, 2010).

Segundo os indicadores do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) de 2010, Balsas tem o IDHM de 0.687, ocupando a 5ª posição no ranking no estado do Maranhão e 2270º no Brasil, ficando acima da média estadual que tem IDH = 0,683 e abaixo da média brasileira que é de 0,722.

Em renda, longevidade e educação os indicadores são respectivamente de 0.674, 0.807 e 0.597, ou seja, Balsas possui um alto índice de longevidade, baixo índice de distribuição de renda e educação considerada média, dentro dos índices divulgados PNUD (2010).

A área urbana de Balsas é subdividida em 37 bairros, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Mapa da subdivisão da região urbana de Balsas em bairros.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O local onde está sendo desenvolvido o estudo está situado na interseção da Rua Humberto de Campos com a Rua Coelho Neto e a Travessa da Alegria. A interseção está nas imediações da praça da Igreja Catedral e representa importante ligação viária no centro da cidade, pois está inserido em uma região considerada um polo gerador de tráfego intenso e concentra algumas escolas públicas e privadas e um hospital.

Além do mais, é ponto de passagem de vários veículos que saem do centro da cidade em direção à ponte da amizade, ponte esta que fica sobre o Rio das Balsas e que é uma importante via de acesso motorizado entre ao bairro Tresidela. A Figura 5 ilustra a imagem com vista superior do cruzamento destacando a ponte da amizade.

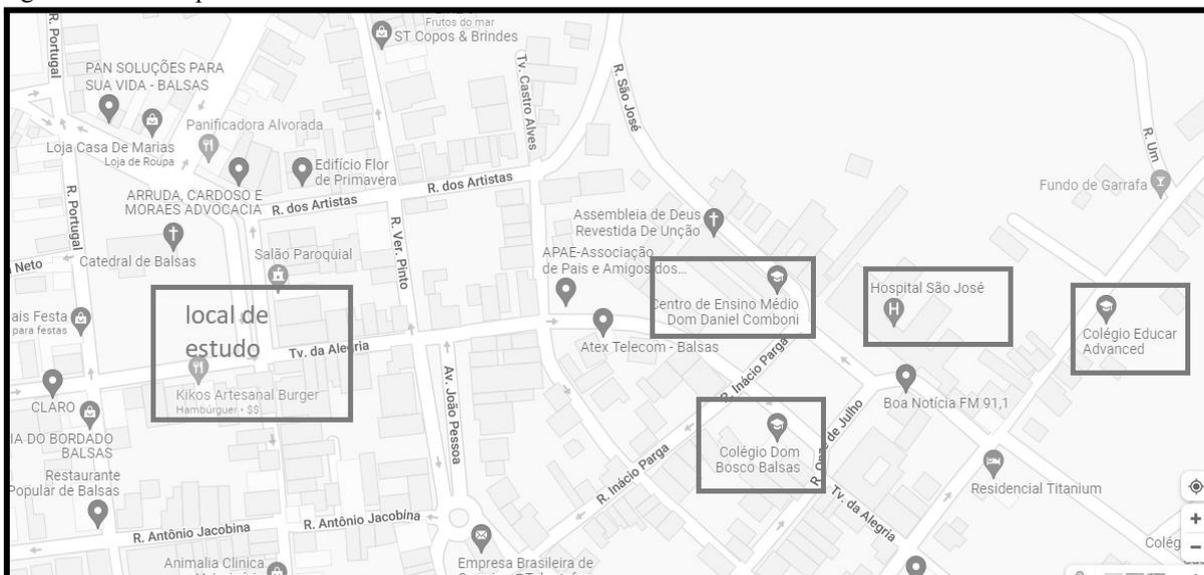
Figura 5 - Vista aérea do cruzamento.



Fonte: Google Earth, acesso em 06 de Julho de 2022.

Por ser uma das principais vias de acesso a estas escolas e por haver uma grande concentração de veículos em horários de entrada e saída de alunos, é possível perceber grandes conflitos de trânsito no local de estudo, os quais provocam congestionamento e podem causar acidentes. A Figura 6 ilustra uma vista superior do entorno do local, destacando a localização de algumas das escolas citadas e de um hospital.

Figura 6 - Vista superior do entorno do local de estudo.

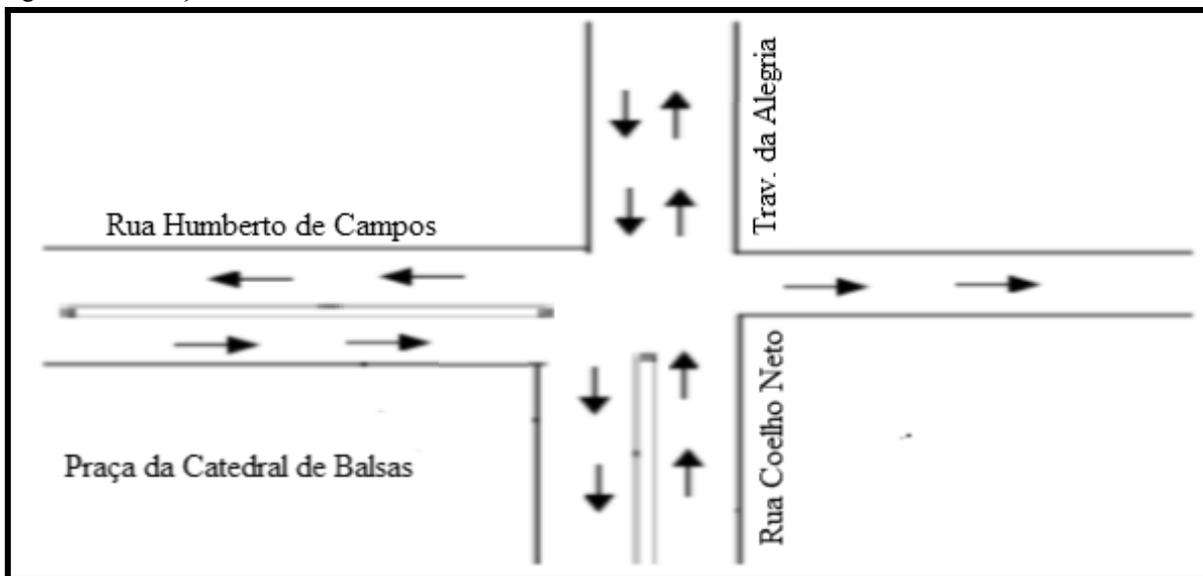


Fonte: Adaptado Google Maps, acesso em 30 de abril de 2022.

Há no local 7 ramos (quantidade de vias que possibilitam a entrada e/ou saída dos veículos da interseção), sendo 3 ramos de entradas ou de aproximações (quantidade de vias

que possibilitam a chegada dos veículos à interseção) e 4 ramos de saídas (Figura 7), os quais se encontram num mesmo ponto, gerando assim muitos conflitos nos horários de pico.

Figura 7 - Ilustração dos ramos de entrada e saída no cruzamento.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Com a quantidade de ramos existentes na interseção e por não existir uma sinalização eficiente no local, ocorrem muitos conflitos e fica nítido perceber muitos congestionamentos no local, principalmente em horários de pico o que evidencia a necessidade de uma análise mais detalhada e criteriosa da situação do tráfego no local.

Importante destacar que não existe nenhum estudo comprovado sobre a situação no local e que diante de tantas possibilidades de conflitos, fica evidenciado que o trabalho em questão se faz relevante, pois poderá trazer contribuições para possíveis intervenções no local de melhoramento do sistema viário na região.

5.3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a elaboração do diagnóstico do trânsito neste cruzamento, primeiramente foi observada a ocorrência de muitos congestionamentos no local e, a partir de então, realizou-se pesquisa bibliográfica, verificando-se o ponto de vista de alguns autores sobre o tema abordado no trabalho.

Em análise a estudos de alguns pesquisadores, foi possível verificar que em cruzamentos existem alguns fatores que causam os congestionamentos, como por exemplo a

sinalização inadequada no local e os tipos de movimentos feitos pelos veículos que chegam e saem, o que gera os pontos de conflitos de trânsito no local e conseqüentemente, pode haver colisões e atraso no fluxo.

A partir daí, decidiu-se fazer uma análise mais detalhada do tráfego na interseção citada, a fim de detectar os agentes causadores dos congestionamentos e retardantes do fluxo no local, que de acordo com a literatura lida, para análise de tráfego em uma interseção faz-se necessário o conhecimento de algumas características do trânsito, como a definição dos tipos de movimentos realizados pelos veículos, os pontos de conflitos causados por esses movimentos e a contagem volumétrica de veículos.

Para tanto, foi verificado, de acordo com as normas do Manual de Projetos de Interseções do DNIT publicado no ano de 2010, como identificar os pontos de conflitos no local e quais os diferentes tipos de contagens de veículos, fazendo-se a opção pelo método de contagem volumétrica global.

Durante o levantamento dos dados, foram contabilizados todos os veículos que passaram pelo cruzamento e posteriormente foi feita a análise estatística das informações coletadas, com o propósito de fazer o cálculo do fluxo volumétrico de veículos no local nos horários de pico.

5.3.1 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos adotados para o levantamento da pesquisa foram divididos em três etapas e estão de acordo com o fluxograma representado na Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma de etapas da metodologia da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

5.3.1.1 Primeira etapa: identificação dos pontos de conflitos no local

A primeira etapa do estudo foi caracterizada pela identificação dos pontos de conflitos no local, através de análise presencial, onde foram levados em consideração os sentidos de cada ramo de entrada ou aproximação e de cada ramo de saída.

Foram feitas as análises de todas as possibilidades de execução de movimentos de saída do cruzamento por veículos que chegam, sendo gerado um diagrama de movimentos para a contagem dos pontos de conflitos, além da elaboração de ilustrações de algumas possibilidades de colisões em consequência de movimentos de cruzamento, de convergência e de divergência no local.

5.3.1.2 Segunda etapa: contagem volumétrica dos veículos que chegam ao local

A segunda etapa consistiu em fazer a contagem volumétrica de veículos que chegam ao local em horários pré definidos como horário de pico. A metodologia usada para fins de realização desta pesquisa, de acordo com os tipos de contagem e levando-se em conta a caracterização do local de análise, foi a contagem volumétrica global, que tem por objetivo determinar a quantidade de veículos que chegam no cruzamento vindo de todas as direções.

Para o levantamento da quantidade de veículos que passam pelo cruzamento, foram feitos levantamentos durante uma semana, nos dias úteis nos horários definidos como horários de pico local, ou seja, nos intervalos de 7h00min às 7h45min, 11h30min às 12h15min e 17h30min às 18h15min. A coleta de dados foi realizada através de contagem manual de veículos no local do estudo e houve colaboração de auxiliares que fizeram parte do processo de contagem e anotações dos dados levantados.

Para realização da pesquisa, foram utilizadas planilhas criadas pelo próprio autor da pesquisa, caneta esferográfica, cronômetro e câmera fotográfica para registro de imagens de flagrantes de condutas inadequadas e/ou conflitos do tráfego no local.

O Quadro 1 apresenta um modelo de planilha adaptado para anotações do quantitativo de veículos que chegaram ao local vindos de um dos 3 ramos de aproximação no cruzamento onde a primeira coluna da planilha refere-se ao intervalo de pesquisa, sendo dividido em períodos de 15 minutos e a segunda coluna é destinada ao quantitativo de veículos que chegam, durante cada intervalo de tempo.

Quadro 1- Modelo de Planilha Manual para Contagem de Veículos no local.

Ramo de aproximação	Movimento	Dia da coleta	Posto de Contagem
Rua Humberto de Campos	1A	Segunda-feira	
HORÁRIOS DE CONTAGEM	QUANTIDADE DE VEÍCULOS		
7h00min 7h15min			
7h15min 7h30min			
7h30min 7h45min			

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

O procedimento foi estendido para os três horários definidos como horário de pico durante os cinco dias de pesquisa e durante este procedimento, haviam três pessoas fazendo o levantamento do número de veículos que chegavam na interseção, sendo cada um dos envolvidos, responsável pela contagem em um único ramo de aproximação.

Para esse procedimento, o quantitativo de pessoas envolvidas na contagem levou em conta recomendações do Manual de Projetos de Interseções do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre (DNIT - 2010), que diz ser possível uma pessoa realizar a contagem manual de até 1000 veículos por hora.

5.3.1.3 Terceira etapa: definição do fluxo volumétrico no local

A terceira etapa consistiu na análise estatística dos dados coletados, com a realização do cálculo do fluxo volumétrico de veículos no local, sendo adotada a média ponderada do fluxo por intervalos de contagem, ou seja, a média entre os resultados de coleta dos 3 horários de pico diários durante os 5 dias de coleta.

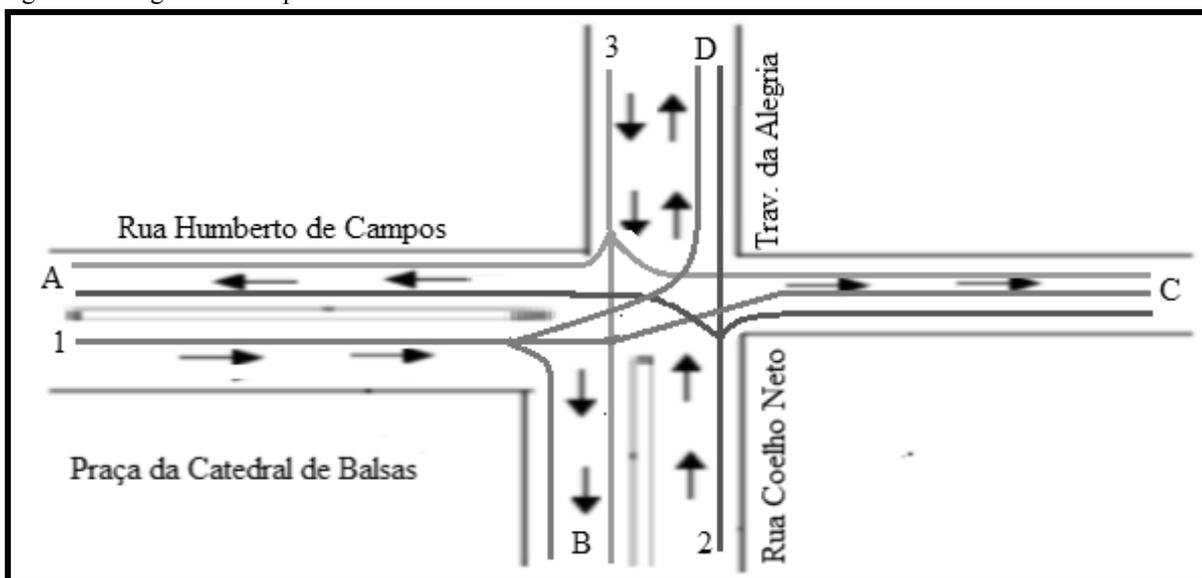
Após o processamento dos dados, os resultados foram apresentados em planilhas e gráficos, elaborados com o auxílio do software Excel, nos quais foram destacados os volumes horários e os volumes diários de veículos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 PRIMEIRA ETAPA DOS RESULTADOS

No dia 28 de maio de 2022, realizou-se a observação de todos os tipos de movimentos realizados pelos veículos que chegam à interseção, onde foram detectados 9 tipos, os quais estão identificados na Figura 9, sendo os ramos de aproximação representados pelos números 1, 2 e 3, enquanto que os ramos de saída são representados pelas letras A, B, C e D.

Figura 9 - Diagrama dos tipos de movimentos existentes no cruzamento.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Assim, com base na figura 9, foram identificados 9 tipos de movimentos (Mov) no local, como pode ser observado a seguir:

- Mov 1B - conversão à direita, da Rua Humberto de Campos à Rua Coelho Neto;
- Mov 1C - passagem direta pela Rua Humberto de Campos;
- Mov 1D - conversão à esquerda da Rua Humberto de Campos à Trav. da Alegria;
- Mov 2A - conversão à esquerda da Rua Coelho Neto à Rua Humberto de Campos;
- Mov 2C - conversão à direita da Rua Coelho Neto à Rua Humberto de Campos;
- Mov 2D - passagem direta da Rua Coelho Neto à Trav. da Alegria;
- Mov 3A - conversão à direita da Trav. da Alegria à Rua Humberto de Campos;
- Mov 3B - passagem direta da Trav. da Alegria à Rua Coelho Neto;
- Mov 3C - conversão à direita da Trav. da Alegria à Rua Humberto de Campos.

Para análise dos tipos de conflitos, foi utilizada a técnica de análise de conflitos de tráfego, através da elaboração de um quadro de confronto de movimentos, usando-se siglas para representar os tipos de conflitos existentes.

A saber, CV representa o conflito gerado por movimentos de convergência, DV representa o conflito gerado por movimentos de divergência e CZ representa o conflito gerado por movimentos de cruzamento. No Quadro 2, está representado o confronto de tipos de movimentos, a fim de fazer-se o levantamento dos tipos de conflitos existentes no local de estudo.

Quadro 2 - Análise dos tipos de conflitos no local de estudo.

Mov	1B	1C	1D	2A	2C	2D	3A	3B	3C
1B		DV	DV					CV	
1C	DV		DV	CZ	CV	CZ		CZ	CV
1D	DV	DV		CZ		CV		CZ	CZ
2A		CZ	CZ		DV	DV	CV	CZ	
2C		CV		DV		DV			CV
2D		CZ	CV	DV	DV				CZ
3A				CV				DV	DV
3B	CV	CZ	CZ	CZ			DV		DV
3C		CV	CZ		CV	CZ	DV	DV	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

As células do Quadro 2 que têm siglas CV, DV ou CZ representam um movimento conflitante existente no local, enquanto que as células em branco representam movimentos não conflitantes.

Os movimentos causadores de pontos de conflitos ou conflitantes são aqueles que geram interseção com o movimento realizado por outro veículo, enquanto que os movimentos não conflitantes são aqueles que permitem o fluxo de veículos que tem determinada origem e determinado destino e são compatíveis, ou seja, podem ocorrer simultaneamente sem que haja conflito em seus movimentos (CTB, 2021).

“Um conflito de tráfego é um evento envolvendo 2 ou mais usuários da via, em que a ação de um dos usuários leva o outro a fazer uma manobra evasiva para evitar uma colisão” (MING, 2008, p.6).

Diante da ilustração do Quadro 2, verificou-se a existência de 46 pontos de conflitos na interseção, sendo 16 pontos de conflitos por movimentos de cruzamento, 18 pontos de conflitos por movimentos de convergência e 12 pontos de conflitos por movimentos de divergência.

Percebeu-se que dos 46 tipos de conflitos existentes no local, 24 ocorrem com veículos vindos da Travessa da Alegria, que é uma rua bem estreita e com sentido de fluxo duplo, sendo a principal via de acesso e de saída de três escolas e de um hospital.

Os condutores que chegam ao cruzamento vindos desta rua têm a visão comprometida, pois do lado do ramo de entrada 1, existem árvores no meio fio que separam as duas vias da Rua Humberto de Campos, além de existirem neste ramo, alguns veículos estacionados bem próximos do cruzamento, conforme imagem representada na Figura 10.

Figura 10 - Ilustração da falta de visibilidade de um condutor vindo da Trav. da Alegria.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Diante da imagem apresentada, percebe-se que um condutor ao tentar fazer o movimento 3B ou 3C corre grandes riscos de causar uma colisão com veículos vindos da Rua Humberto de Campos e que executam os movimentos 1D e 1C. Dessa forma, por não haver

segurança na execução deste movimento, em muitas situações, os condutores param no meio do cruzamento, causando congestionamento e dificultando o fluxo no local, Figura 11.

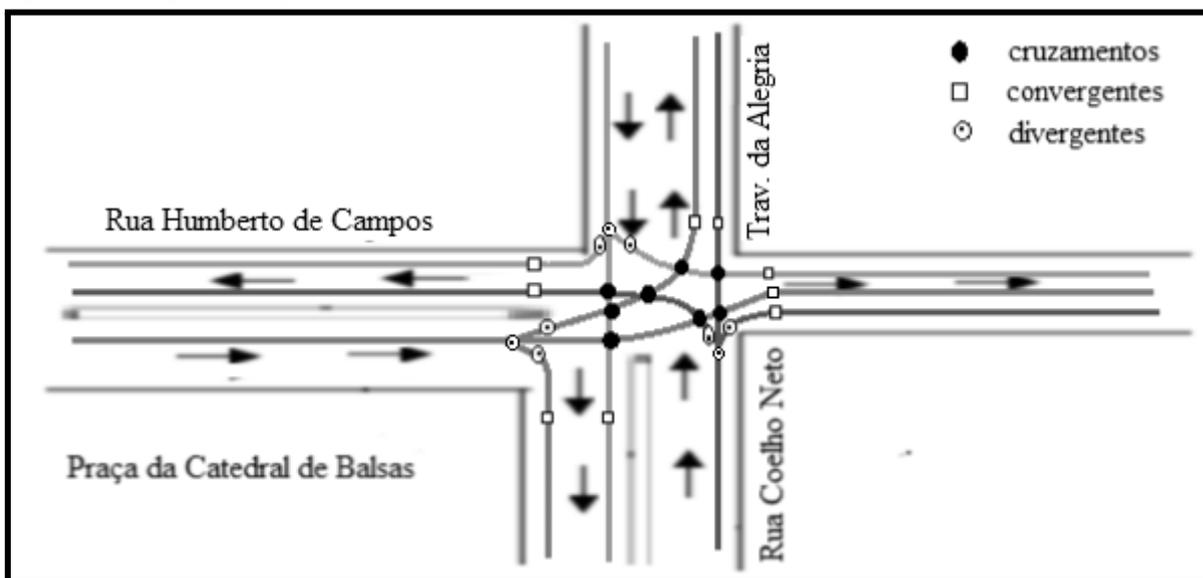
Figura 11 - Ilustração de veículo parado por falta de visibilidade



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Conforme dados apurados, os pontos de conflitos identificados na interseção, estão ilustrados na Figura 12.

Figura 12 - Diagrama dos pontos de conflitos no cruzamento.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

A figura 12 mostra que o local é um potencial gerador de congestionamento, o que pode favorecer estresse dos condutores além de aumentar o risco de colisões entre veículos no local. A qualidade do fluxo de veículos por uma via urbana depende de muitos fatores, como

por exemplo o tempo de parada em um cruzamento e levando-se em conta o número de pontos de conflitos existentes no local de estudo, fica evidente que há retardamento do trânsito e risco de colisões no local.

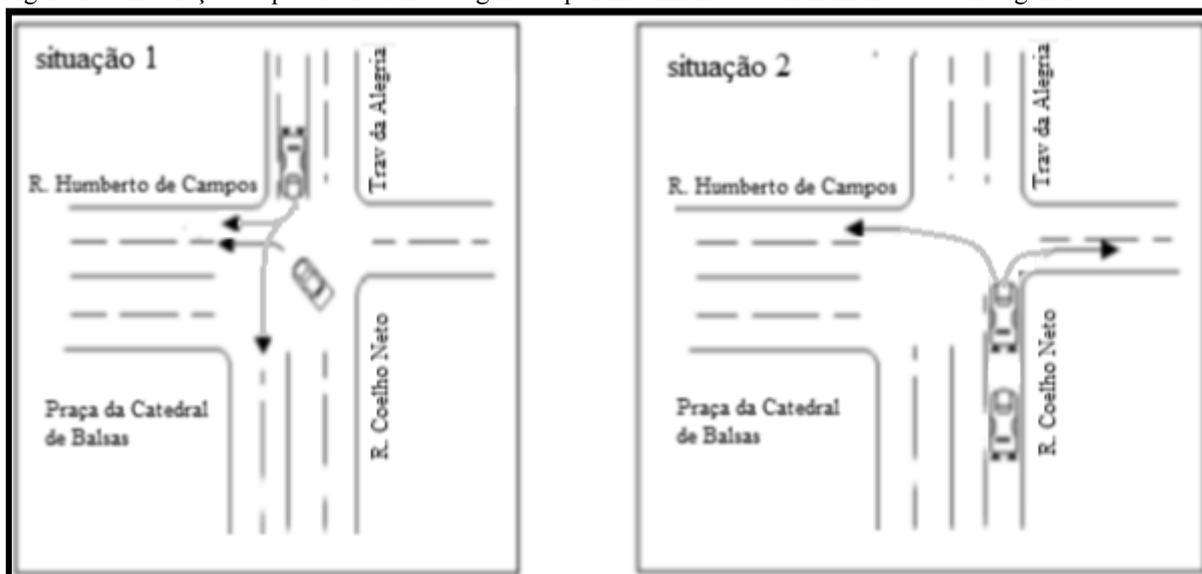
Diante das observações realizadas sobre os tipos de movimentos feitos pelos veículos na interseção, foi detectado que existem muitas possibilidades de colisões em função da pressa de alguns condutores ou de desatenção dos mesmos.

A seguir, são apresentadas algumas ilustrações de possíveis situações de colisões que foram detectadas durante os levantamentos dos tipos de movimentos no local, as quais foram feitas com uso do aplicativo Paint e elaboradas pelo próprio autor do estudo, usando-se como referências outros autores que realizaram estudos similares em cidades diferentes.

Conforme a figura 13, na situação 1 são ilustradas duas possibilidades de colisões entre um veículo que está vindo da Rua Coelho Neto e que faz uma convergência à esquerda com um veículo vindo da Trav. da Alegria e que faz uma divergência à direita ou que segue no sentido da praça da Catedral.

Já na situação 2 ilustra uma possível colisão traseira entre dois veículos que estão vindo da Rua Coelho Neto, onde o veículo da frente pode fazer divergência à direita ou à esquerda na Rua Humberto de Campos.

Figura 13 - Ilustração de possíveis colisões geradas por movimentos de cruzamento e de divergência.

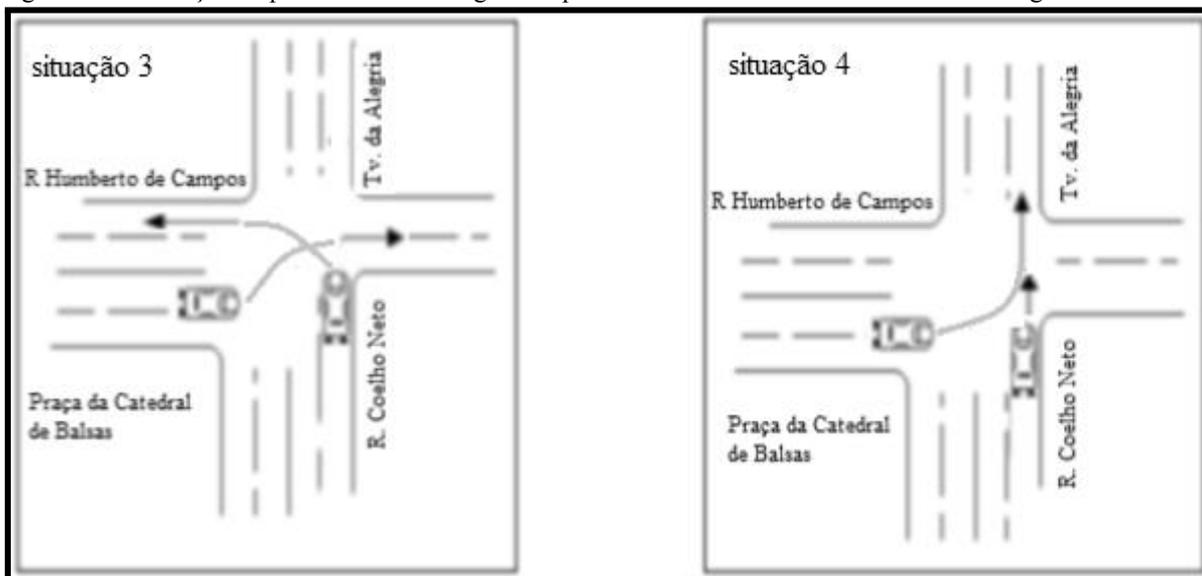


Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

A figura 14 apresenta na situação 3, um conflito de cruzamento entre um veículo vindo da Rua Humberto de Campos com um veículo que vem da Rua Coelho Neto e que faz

um movimento convergente à esquerda. Já na situação 4 é ilustrada uma possibilidade de colisão causada por um movimento de convergência entre um veículo que vem da Rua Coelho Neto e um veículo que vem da rua Humberto de Campos que faz uma convergência à esquerda.

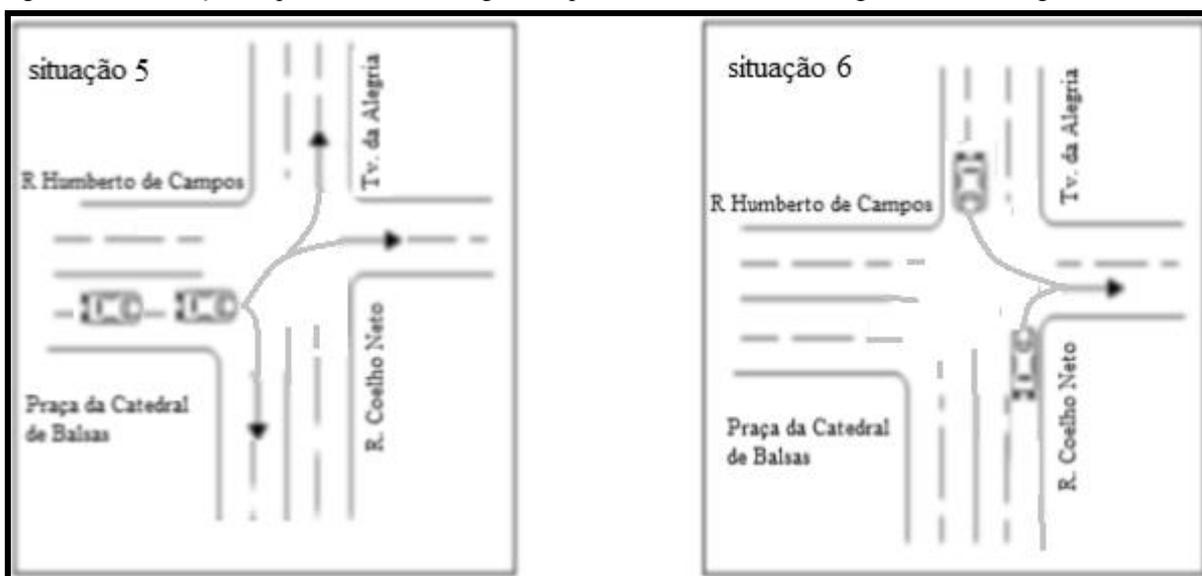
Figura 14 - Ilustração de possíveis colisões geradas por movimentos de cruzamento e de convergência.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

A figura 15 ilustra na situação 5 uma possível colisão traseira entre veículos vindos da Rua Humberto de Campos, onde o veículo da frente pode fazer movimentos de divergência. Já a situação 6 ilustra uma possível colisão entre veículos vindos da Trav. da Alegria da rua Coelho Neto, num movimento de divergência à rua Humberto de Campos.

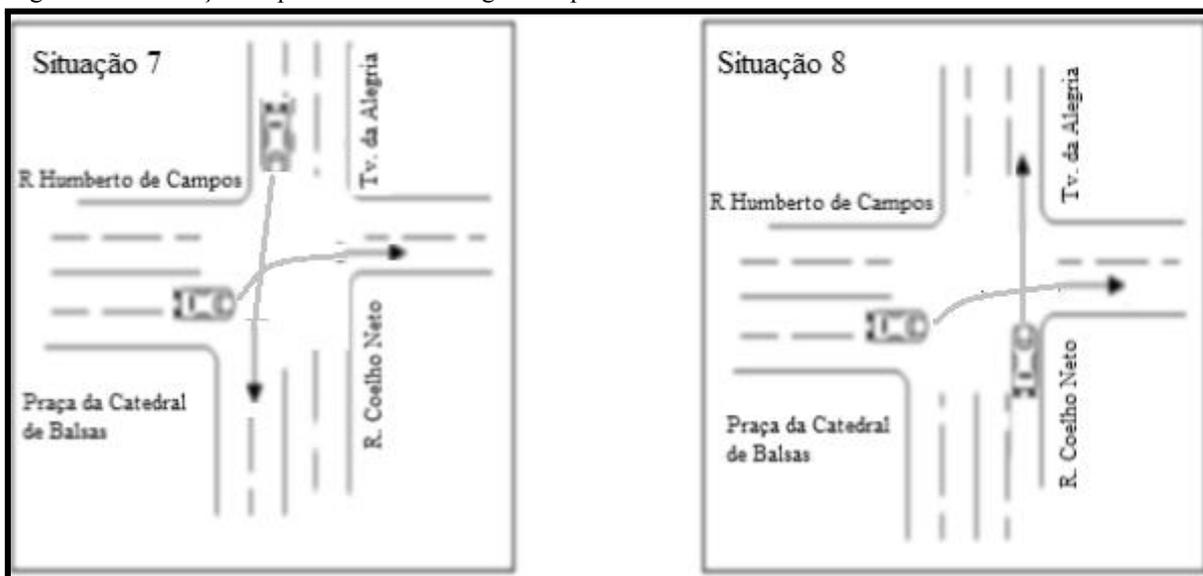
Figura 15 - Ilustração de possíveis colisões geradas por movimentos de convergência e de divergência..



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Na figura 16, percebe-se na situação 7, uma possibilidade de colisão gerada por movimento de cruzamento entre um veículo que está se deslocando na Rua Humberto de Campos com um veículo vindo da Trav. da Alegria e na situação 8, que se desloca na Rua Humberto de Campos com um veículo vindo da Rua Coelho Neto.

Figura 16 - Ilustração de possíveis colisões geradas por movimentos de cruzamento.



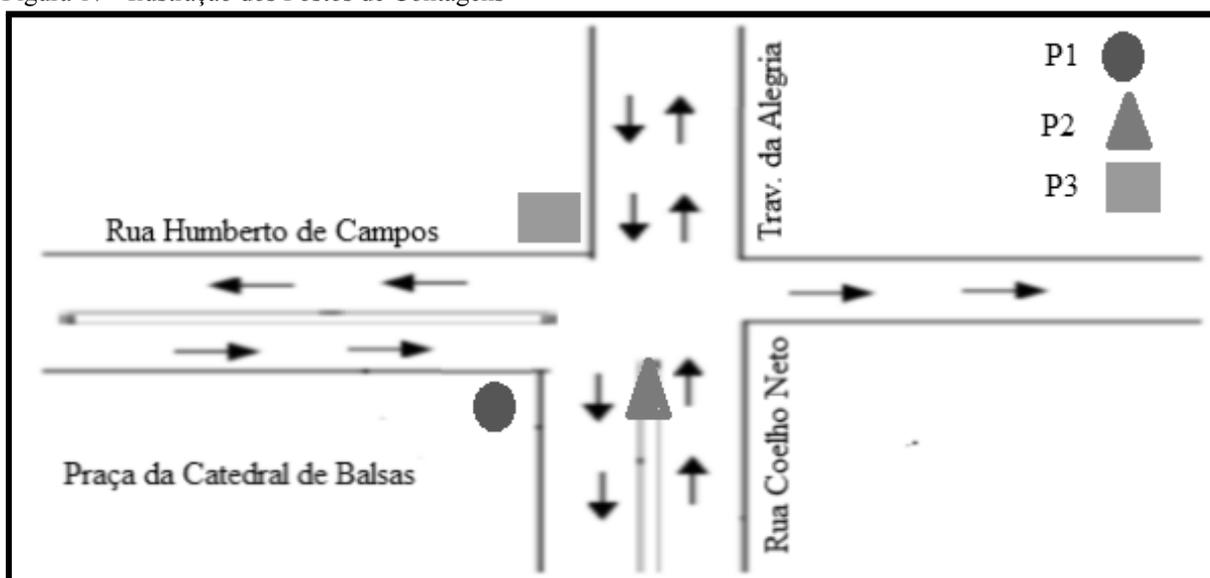
Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

6.2 SEGUNDA ETAPA DOS RESULTADOS

A segunda etapa do estudo foi a contagem volumétrica dos veículos, que foi realizada de forma manual e ocorreu no período de 20 a 24 de junho com a participação de três colaboradores, os quais foram nomeados de Colaborador Um (C1), Colaborador Dois (C2) e Colaborador Três (C3).

Durante os horários de contagem, os colaboradores estavam munidos de Planilha Manual de Contagem de Veículos para anotações dos resultados e ficaram posicionados em pontos estratégicos de contagem, os quais foram chamados, respectivamente, de Posto de Contagem Um (P1), Posto de Contagem Dois (P2) e Posto de Contagem Três (P3), conforme ilustração na Figura 17.

Figura 17 - Ilustração dos Postos de Contagens



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Após a escolha dos pontos estratégicos dos postos de contagens, foi definido que o Posto P1 seria o ponto de contagem dos veículos vindos da Rua Humberto de Campos, que o Posto P2 seria o ponto de contagem dos veículos vindos da Rua Coelho Neto e, que o Posto P3, seria o ponto de contagem dos veículos vindos da Travessa da Alegria.

Os dados coletados em cada posto de contagem foram anotados em planilhas, conforme o modelo apresentado no Quadro 3.

Quadro 3- Modelo das anotações manuais de contagem de veículos.

Ramo de aproximação	Movimento	Dia da coleta	Posto de Coleta
Rua Humberto de Campos	1A	Segunda-feira	P1
HORÁRIOS DE CONTAGEM	QUANTIDADE DE VEÍCULOS		
7h00min 7h15min			
7h15min 7h30min			
7h30min 7h45min			

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

De acordo com o quadro 3, o quantitativo de veículos que passou pelo cruzamento foi anotado no campo da planilha referente à quantidade de veículos e para cada 5 veículos a representação se deu por um quadrilátero (4 traços) com uma diagonal (1 traço), o que de fato, tornaria mais fácil a contabilidade final e um melhor controle para os colaboradores envolvidos na contagem.

Foram objetos de contagem todos os tipos de veículos que chegaram ao cruzamento e a contagem foi do tipo volumétrica, sendo dividida em períodos de 15 minutos, a fim de possibilitar um melhor acompanhamento na evolução do tráfego dentro dos horários definidos como horários de pico.

Durante todo o período de contagem, cada colaborador ficou situado em seu respectivo posto de contagem, e ao fim de cada horário, as planilhas com os dados coletados eram recolhidas e novas planilhas em branco eram fornecidas para anotações das coletas de dados nos próximo horário de contagem, sendo usadas ao menos 3 planilhas por dia por cada colaborador.

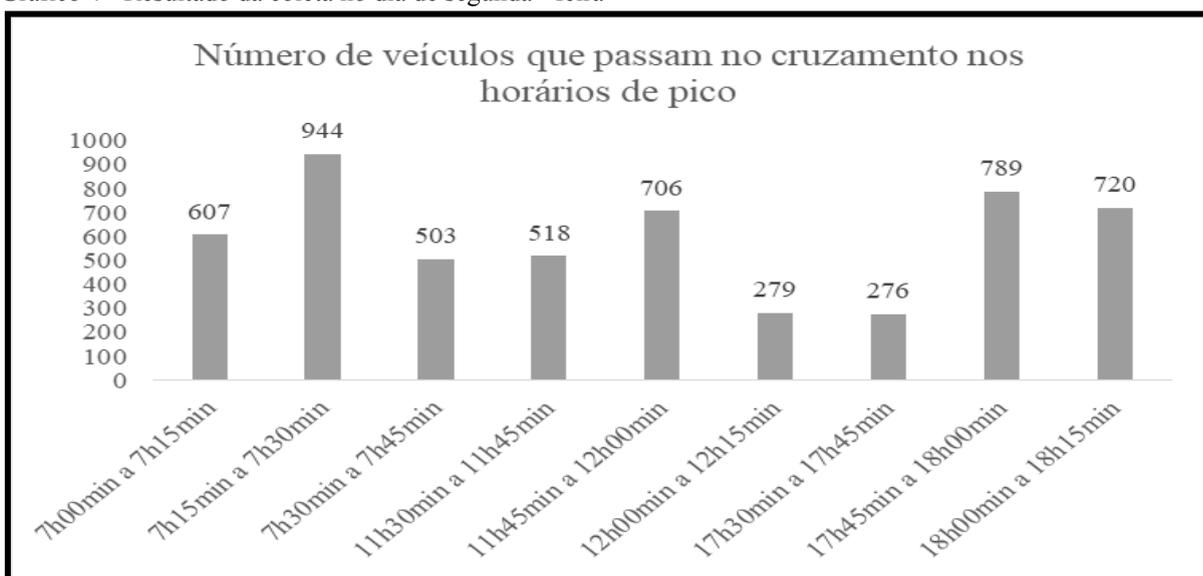
Após o fim do período de contagem dos veículos, foi realizado o processamento dos dados, os quais foram armazenados em planilhas, as quais estão anexadas no APÊNDICE, com representação de dados por ramos de entrada na interseção em cada período de contagem ao longo dos 5 dias de coleta, sendo usado nesta etapa, o software Excel.

Conforme dados apresentados nos quadros do APÊNDICE, percebe-se que o maior número de veículos que chegam ao cruzamento nos horários de pico é vindo da Rua Humberto de Campos, fato este que é justificado, por ser o principal ramo de aproximação do cruzamento e ramo de maior velocidade no local.

6.3 TERCEIRA ETAPA DOS RESULTADOS

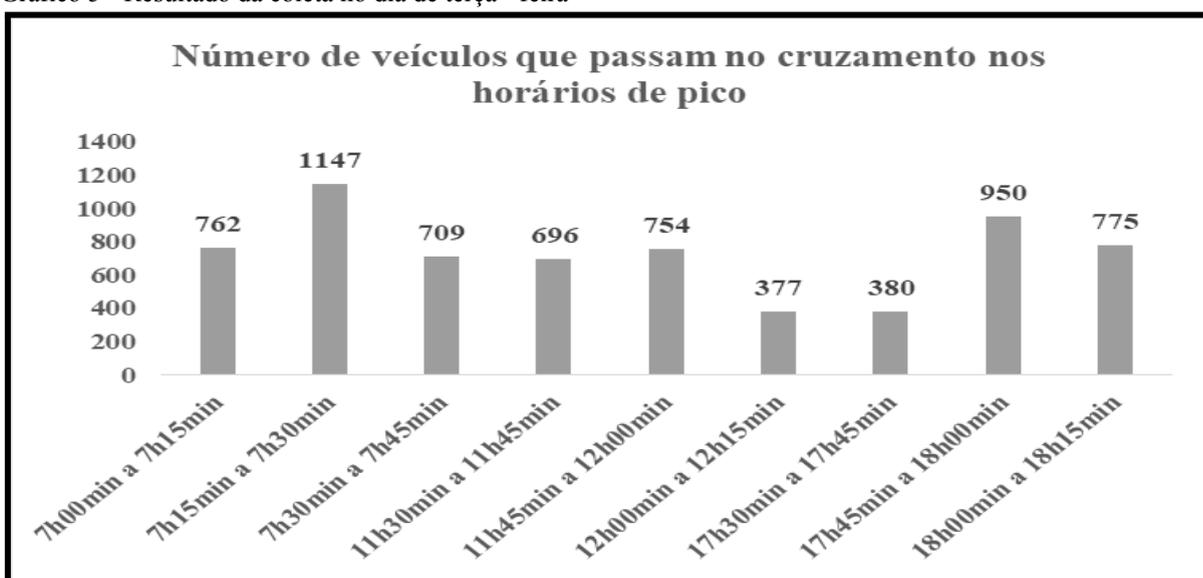
Os resultados da pesquisa foram ilustrados em gráficos que apresentam uma comparação do fluxo de veículos no local, entre os intervalos de tempo pré definidos para a contagem volumétrica dos veículos.

Gráfico 4 - Resultado da coleta no dia de segunda - feira



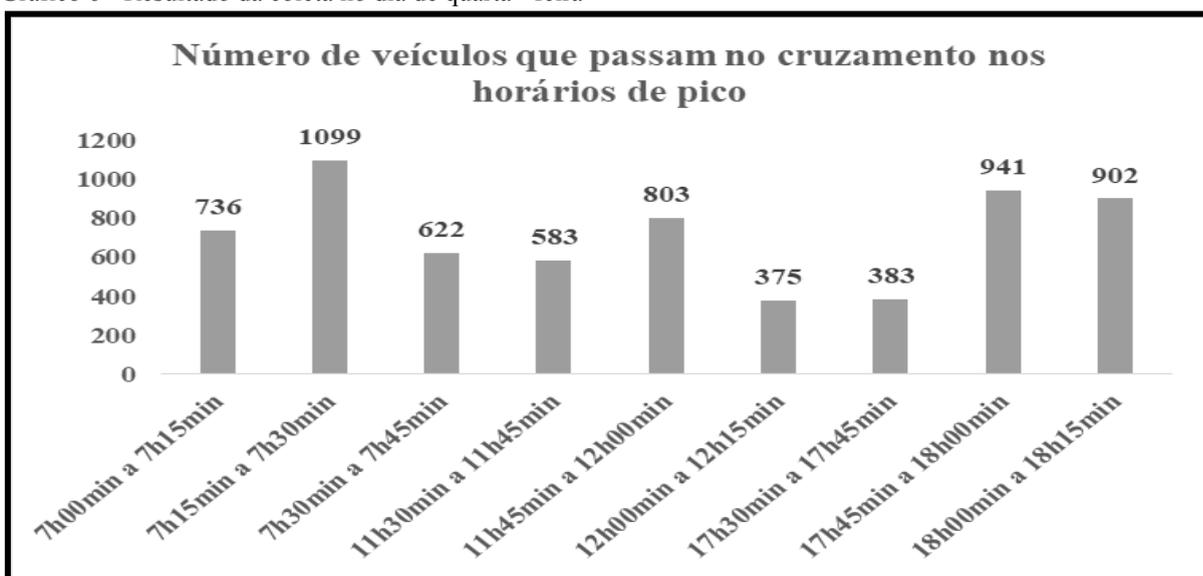
Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Gráfico 5 - Resultado da coleta no dia de terça - feira



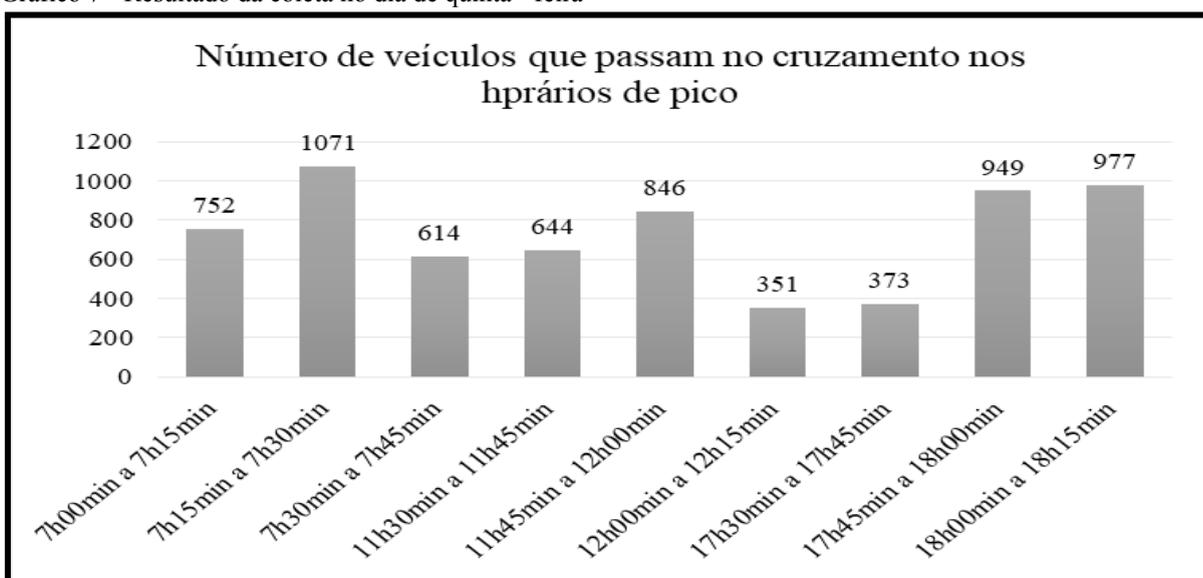
Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Gráfico 6 - Resultado da coleta no dia de quarta - feira



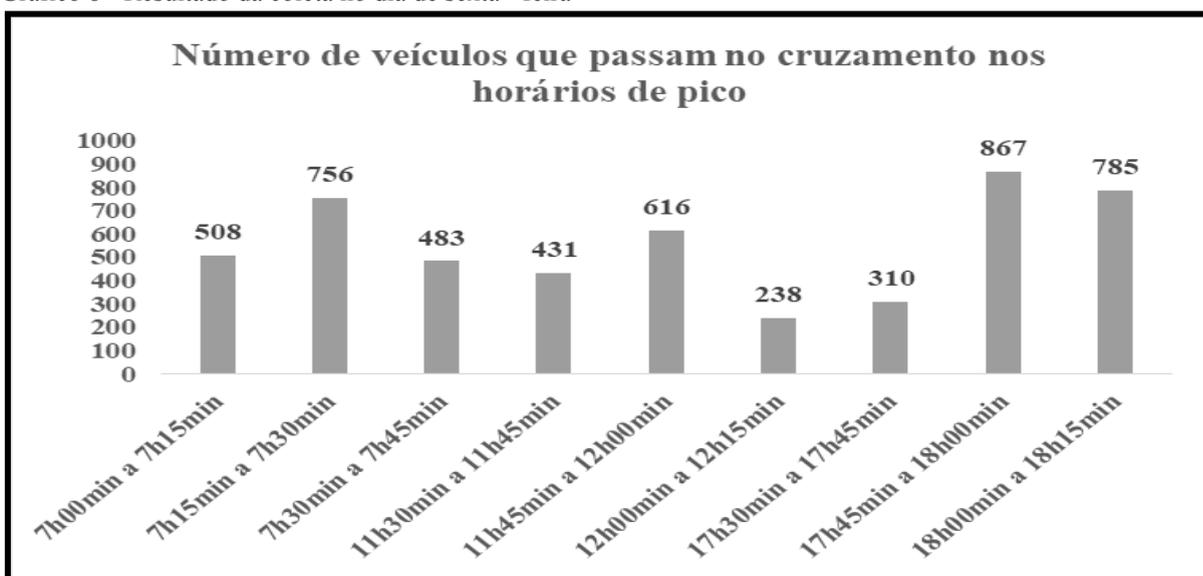
Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Gráfico 7 - Resultado da coleta no dia de quinta - feira



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Gráfico 8 - Resultado da coleta no dia de sexta - feira

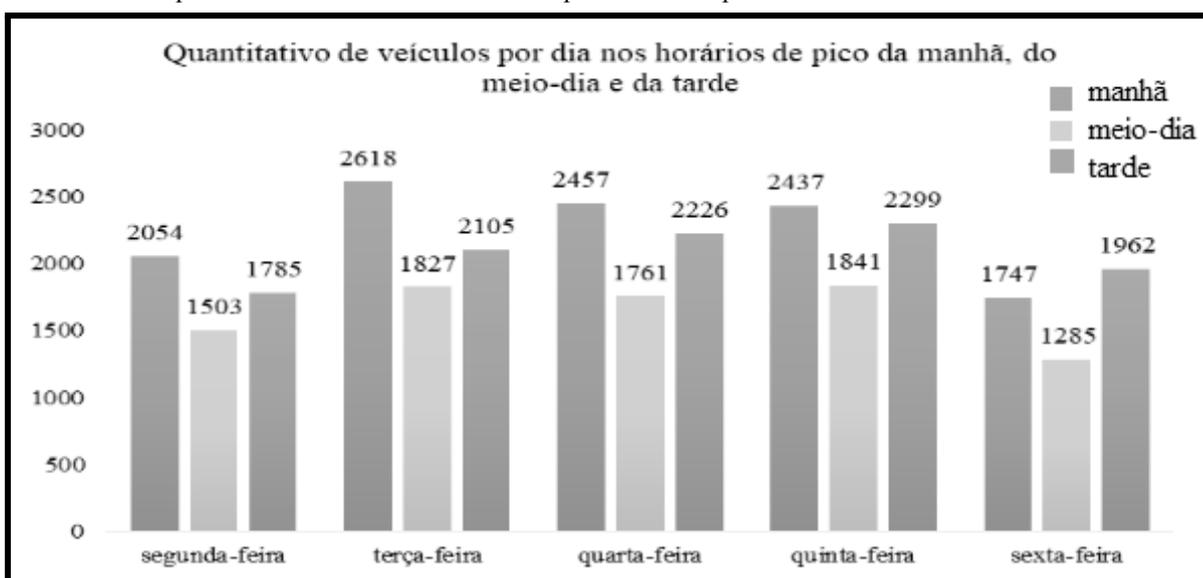


Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

De acordo com os gráficos anteriores, em todos os dias da semana, a maior concentração de veículos ocorre nos horários críticos compreendidos nos intervalos de 7h15min a 7h30min e de 17h30min a 17h45min, fato este mencionado no parágrafo anterior.

Diante de todos os dados apresentados, elaborou-se o Gráfico 9 que traz um comparativo diário do fluxo de veículos no local em cada um dos horários de pico, ao longo de toda a semana de estudos.

Gráfico 9 - Comparativo do fluxo diário de veículos por horário de pico



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Conforme os dados ilustrados no gráfico 9, percebe-se que a maior incidência de veículos no local, ocorre às terças-feira, quartas-feira e quintas-feira, existindo assim uma

equiparidade do quantitativo nesses dias bem como uma repetição diária dos horários de fluxo crítico, o que pode ser comparado a estudos realizados anteriormente por outros autores.

Akishino (2011), em estudo apresentado na apostila Introdução ao Estudo de Tráfego, desenvolvido na Universidade Federal do Paraná, destaca que os volumes de tráfego às terças, quartas e quintas feiras são próximos, sendo o de segunda-feira um pouco abaixo da média e o de sexta-feira um pouco superior, isto é, na média geral dos dias úteis, a segunda-feira compensa a sexta-feira.

A seguir são apresentados no Quadro 19, os fluxos volumétricos de veículos por hora nos períodos definidos como horário de pico local. Para definição desse quantitativo, utilizou-se a equação 1.

$$F = \frac{V}{t} \quad \text{Equação (1)}$$

onde,

F = Fluxo Volumétrico Médio por Hora (V/h),

V = Quantidade de veículos que passam pelo local

t = unidade de tempo (hora).

Quadro 19 - Quantitativo de fluxo volumétrico horário

HORÁRIO DE PICO	FLUXO VOLUMÉTRICO HORÁRIO DE VEÍCULOS POR DIA(V/h)				
	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
Manhã	2737 V/h	3492 V/h	3276 V/h	3249 V/h	2328 V/h
Meio-dia	2004 V/h	2436 V/h	2349 V/h	2454 V/h	1713 V/h
Fim da tarde	2380 V/h	2907 V/h	2967 V/h	3051 V/h	2616 V/h
Fluxo horário médio por dia	2374 V/h	2946 V/h	2862 V/h	2919 V/h	2220 V/h

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

De acordo com os dados do Quadro 19, nota-se que o fluxo médio de tráfego no local, em horários de pico, é de 2664 veículos por hora, o que é equivalente a 45 veículos por minuto ou a 0,75 veículos por segundos passando pela interseção, mostrando assim, um fluxo volumétrico médio bem elevado.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de um cenário de crescente necessidade de locomoção e de transporte de pessoas e objetos com o uso de veículos motorizados, é de grande relevância a construção e a modernização de vias e elementos de controle de tráfego cada vez mais eficientes.

Com isso, tomando como base as observações de constantes flagrantes no cruzamento ao qual foi proposto o presente estudo, decidiu-se que a identificação dos pontos de conflitos no local, seria o passo inicial para analisar de forma eficiente a situação do tráfego na interseção. Portanto, para a definição dos pontos de conflitos no local, fez-se necessário o levantamento dos tipos de movimentos realizados pelos veículos que chegam à interseção, sendo esta, a primeira etapa do estudo.

Nos horários de maior fluxo, horários de pico, as filas de veículos no local são facilmente visualizadas e por não haver sinalização de preferências, os motoristas que chegam ao cruzamento fazem manobras arriscadas e com velocidades inadequadas para o local, o que põe em riscos os pedestres que passam pelo local, além de aumentarem as chances de colisões entre veículos.

Conforme os dados apurados, o fluxo volumétrico de veículos no local, em horários de pico, foi de 2664 veículos por hora, nos horários definidos como os horários de pico, o que faz-se necessário estudos posteriores sobre o tráfego do local, a fim de que sejam promovidas intervenções no local, como por exemplo instalação semafórica, implantação de rotatória ou mudança de sentido de tráfego em algumas vias de acesso ao local.

A via de maior fluxo no local é a Rua Humberto de Campos, que em determinados momentos chega a ter um total de veículos superior ao somatório dos veículos de todas as outras vias do cruzamento. Percebeu-se também, que mesmo não havendo sinalização de preferência, existe uma hierarquia de forma natural entre os condutores a darem preferência aos condutores vindos desta rua.

Essa hierarquia, faz com que os veículos vindos das demais vias, fiquem um elevado tempo de espera para acessarem o cruzamento, o que causa filas de veículos e consequentes congestionamentos e retardamento do fluxo. Assim, faz-se necessário de primeira mão, um olhar mais especial para a situação do tráfego de veículos no local.

Durante a análise presencial dos tipos de movimentos realizados, verificou-se que alguns motoristas estavam realizando movimentos proibidos, com velocidades excessivas, além de existirem veículos estacionados muito próximos do cruzamento que dificultando assim, a visibilidade de alguns outros condutores que adentram o local.

De acordo com os resultados apresentados, fica evidente que o cruzamento é um potencial gerador de congestionamento e que o fato da região apresentar muitos pontos de conflitos, faz-se necessária um olhar especial por parte dos órgãos responsáveis pelo trânsito na cidade de Balsas, a fim de execução de intervenções plausíveis para o melhoramento da situação no local.

Desta forma, este estudo faz-se de grande relevância, haja vista que existem muitas possibilidades de intervenções a serem feitas no local e dessa forma, diante de todos critérios e situações analisadas, tendo como premissa a melhora na fluidez do trânsito, a segurança, o conforto e a qualidade de vida de motoristas e pedestres, espera-se que o mesmo venha contribuir, para o melhoramento do tráfego no local.

REFERÊNCIAS

AKISHINO, Pedro. **Introdução à Engenharia de Tráfego**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 10697: Pesquisa de Acidentes de Trânsito - TB 331**, ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS – ANTP. **Excelência na gestão do transporte e trânsito, 2013. 10ª ed.** São Paulo, 2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS – ANTP. **Sistema de Informação da Mobilidade, 2011.** São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS E LOGÍSTICA - NTC & logística. **A evolução dos transportes.** São Paulo, 2019.

BAU JUNIOR, Sergio Merlin. **Sistema de contagem de fluxo de veículos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro. **Código de Trânsito Brasileiro: instituído pela Lei nº 9.503, de 23-9-97** - 3ª edição - Brasília: DENATRAN, 2008.232 p.: il.

BRASIL. Conselho Nacional de Secretários de Saúde – CONASS. 2011.

BRASIL, Departamento Nacional De Trânsito - DENATRAN. **Estatísticas gerais sobre trânsito.** Rio de Janeiro, 2020.

BRASIL. DNIT. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de estudos de tráfego.** Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL, DNIT. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas.** Rio de Janeiro, 2009.

BRASIL, DNIT. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas.** Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL, DNIT. **Manual de projeto de interseções.** Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Secretários de Saúde. **Guia para o Enfrentamento à Morbimortalidade por Acidentes de Trânsito.** Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

BRASIL, Secretaria Nacional De Mobilidade E Serviços Urbanos. **Pesquisa nacional de mobilidade urbana 2018.** Brasília, 2019.

CARDOSO, Gilmar; GOLDNER, Lenise Grando. **Desenvolvimento e aplicação de modelos para previsão de acidentes de trânsito.** Universidade Federal Do Rio Grande do Sul. Revista Transportes, v. 15, n. 2. Porto Alegre, 2007.

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO - CTB, **Lei nº 14.071/2020**. Ed. revisada, Brasília, 2021.

COELHO, Juliana Carla; FREITAS, Jurislene Araújo. **Implantações semafóricas são medidas eficazes para a redução de acidentes de trânsito? o caso de Fortaleza – CE**. 2008. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

COLATIVE, Alessandro Serrano; KONISHI, Fábio. **A matriz do transporte no Brasil: uma análise comparativa para a competitividade**. Universidade Metodista de São Paulo. São Paulo, 2015.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**. 2ª edição. Brasília, 2007.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN. **Sinalização vertical de regulamentação**. Volume V. Brasília, 2014.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET. **Pesquisa e Levantamentos de Tráfego, Boletim 31**. Secretaria Municipal dos Transportes. São Paulo, 1982.

COSTA, A; SECO, A.; MACEDO, J. **Manual do planejamento de acessibilidades e transportes**. Faculdade De Engenharia da Universidade do Porto: CCDRN. Porto, 2008.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO DO RIO DE JANEIRO - DETRAN. **Conceitos e causas determinantes de acidentes de trânsito – RJ**, 2008.

DOCA, Ricardo Helou; GUALTER, José Biscuola; BOAS, Newton Villas. **Tópicos de Física**. 1ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

FEITOSA, Francisco Coelho Citó. **Um estudo prático para contagem volumétrica automática de veículos usando Visão Computacional**. Master's thesis, UFG. Goiânia, 2012.

FIESP, Departamento da Indústria da Construção. **Pavimento de vias no Brasil : infraestrutura de transportes terrestres rodoviários e cadeias produtivas da pavimentação**. São Paulo : FIESP, 2017. 70 p. : il.

GOLDNER, L. G. **Engenharia de tráfego 1º módulo**. UFSC Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA –IBGE. **Censo Demográfico – Características Gerais da População e Instrução 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – IBGE. **Pib per capita 2019**. Rio de Janeiro, 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS – IPR. **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro: IPR, 2006.

LUZA, Lucas Andreola; ROLDO, Lucas Zorzan. **Estudo para melhoria de tráfego do cruzamento das ruas Guarani e Nereu Ramos na cidade de Pato Branco-PR através de análise de implantação semafórica**. 2013. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco - PR, 2020.

MING, Sun Hsien. **Oportunidades de conflito de tráfego : modelos de previsão**. ed.rev. São Paulo, 2008.

PAULA, Marilene de; BARTELT, Dawid Danilo. **Mobilidade urbana no Brasil: desafios e alternativas**. Fundação Heinrich Böll. Rio de Janeiro, 2016.

PEREIRA, Rackelly Borges; PEREIRA, Thiago Calmon Castiglioni; VIVAS, Daniel Rizzo Vivas. **Estudo de caso para melhoria de tráfego através de análise de implantação semafórica no cruzamento da Avenida Dona Tereza Cristina com a Rua João Evangelista de Souza na cidade de Serra-ES**. Serra, 2017.

PEREIRA, Rafael Henrique Moraes. **Transporte e mobilidade urbana**. Texto para discussão, 2011.

RIO GRANDE DO SUL. Núcleo de Estudos sobre Acidentes de Tráfego em Rodovias. **Banco de Dados de Volumes de Tráfego nas Rodovias Federais Catarinenses**. Florianópolis, 2007

SETTI, José Reynaldo. **Highway Capacity Manual ou Manual de Capacidade Rodoviária Brasileiro**. Anais do Congresso Brasileiro de Rodovias e Concessões, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC, Laboratório de Transportes e Logística. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. **Normas para Projetos de Interseções**. Porto Alegre, 1991.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. **O Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas**. Annablume, 2012.

APÊNDICE

Neste item, são apresentados os quadros com os dados coletados durante o período de contagem dos veículos que passaram pela interseção. O período de contagem ocorreu nos dias 20 a 24 de junho de 2022.

Quadro 4- Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico da manhã

HORÁRIOS DE CONTAGEM	7h00min a 7h15min	7h15min a 7h30min	7h30min a 7h45min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	384	650	240	P1
	142	243	173	P2
	81	51	120	P3
TOTAL	607	944	503	Dia de coleta: segunda-feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 5- Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico do meio-dia

HORÁRIOS DE CONTAGEM	11h30min a 11h45min	11h45min a 12h00min	12h00min a 12h15min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	352	458	158	P1
	121	173	89	P2
	45	75	32	P3
TOTAL	518	706	279	Dia de coleta: segunda-feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 6- Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico do fim da tarde

HORÁRIOS DE CONTAGEM	17h30min a 17h45min	17h45min a 18h00min	18h00min a 18h15min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	155	412	397	P1
	89	356	278	P2
	32	21	45	P3
TOTAL	276	789	720	Dia de coleta: segunda-feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 7- Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico da manhã

HORÁRIOS DE CONTAGEM	7h00min a 7h15min	7h15min a 7h30min	7h30min a 7h45min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	441	735	314	P1
	207	293	233	P2
	114	119	162	P3
TOTAL	762	1147	709	Dia de coleta: terça - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 8- Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico do meio dia

HORÁRIOS DE CONTAGEM	11h30min a 11h45min	11h45min a 12h00min	12h00min a 12h15min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	442	458	208	P1
	182	173	117	P2
	75	123	52	P3
TOTAL	696	754	377	Dia de coleta: terça - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 9 - Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico do fim da tarde

HORÁRIOS DE CONTAGEM	17h30min a 17h45min	17h45min a 18h00min	18h00min a 18h15min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	196	501	409	P1
	121	399	309	P2
	63	50	57	P3
TOTAL	380	950	775	Dia de coleta: terça - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 10 - Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico da manhã

HORÁRIOS DE CONTAGEM	7h00min a 7h15min	7h15min a 7h30min	7h30min a 7h45min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	458	715	273	P1
	187	297	199	P2
	121	87	150	P3
TOTAL	736	1099	622	Dia de coleta: quarta - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 11 - Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico do meio dia

HORÁRIOS DE CONTAGEM	11h30min a 11h45min	11h45min a 12h00min	12h00min a 12h15min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	381	518	204	P1
	143	198	109	P2
	59	87	62	P3
TOTAL	583	803	375	Dia de coleta: quarta - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 12 - Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico do fim da tarde

HORÁRIOS DE CONTAGEM	17h30min a 17h45min	17h45min a 18h00min	18h00min a 18h15min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	201	482	469	P1
	115	406	348	P2
	67	53	85	P3
TOTAL	383	941	902	Dia de coleta: quarta - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 13 - Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico da manhã

HORÁRIOS DE CONTAGEM	7h00min a 7h15min	7h15min a 7h30min	7h30min a 7h45min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	445	674	241	P1
	209	293	208	P2
	98	104	165	P3
TOTAL	752	1071	614	Dia de coleta: quinta - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 14 - Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico do meio dia

HORÁRIOS DE CONTAGEM	11h30min a 11h45min	11h45min a 12h00min	12h00min a 12h15min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	385	509	175	P1
	181	232	112	P2
	78	105	64	P3
TOTAL	644	846	351	Dia de coleta: quinta - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 15 - Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico do fim da tarde

HORÁRIOS DE CONTAGEM	17h30min a 17h45min	17h45min a 18h00min	18h00min a 18h15min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	173	419	476	P1
	111	451	394	P2
	89	79	107	P3
TOTAL	373	949	977	Dia de coleta: quinta - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 16- Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico da manhã

HORÁRIOS DE CONTAGEM	7h00min a 7h15min	7h15min a 7h30min	7h30min a 7h45min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	321	489	198	P1
	112	212	157	P2
	75	55	128	P3
TOTAL	508	756	483	Dia de coleta: sexta - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 17 - Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico do meio dia

HORÁRIOS DE CONTAGEM	11h30min a 11h45min	11h45min a 12h00min	12h00min a 12h15min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	285	402	118	P1
	98	142	81	P2
	51	72	39	P3
TOTAL	431	616	238	Dia de coleta: sexta - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Quadro 18 - Número de veículos que chegam ao cruzamento no horário de pico do fim da tarde

HORÁRIOS DE CONTAGEM	17h30min a 17h45min	17h45min a 18h00min	18h00min a 18h15min	Posto de Contagem
QUANTIDADE DE VEÍCULOS POR RAMO DE APROXIMAÇÃO	165	428	394	P1
	75	396	314	P2
	70	43	77	P3
TOTAL	310	867	785	Dia de coleta: sexta - feira

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).